

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**DIVERSIDAD ALGAL EN EL CANAL DANIEL ESCOBAR Y LA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CURUMUY.**

Br. Rosa Saavedra Querevalú

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO**

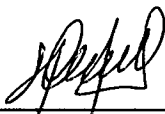
PIURA – PERÚ

2015



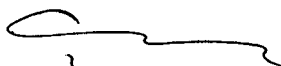
Br. ROSA ISABEL SAAVEDRA QUEREVALÚ

EJECUTOR DE TESIS



Blgo. HUMBERTO RIVERA CALLE M Sc

ASESOR DE TESIS



Blgo RONALD WILMER MARCIAL RAMOS MSc.

PRESIDENTE DEL JURADO DE TESIS



McBlgo. CÉSAR AUGUSTO TORRES DÍAZ MSc

SECRETARIO DEL JURADO DE TESIS

Blgo. MARÍA DEL ROSARIO MONTES TORRES, MSc

VOCAL DEL JURADO DE TESIS

DEDICATORIA

Si soy quien soy es por ti.
Dios Si he llegado hasta
aquí es porque siempre
estuviste a mi lado y me
diste un ángel que me da
el apoyo necesario para
cumplir mis sueños.
Gracias, madre, gracias
por todo tu esfuerzo”.

AGRADECIMIENTOS

Para poder llevar a cabo este trabajo necesité la inestimable ayuda y el apoyo de gran cantidad de gente, espero no olvidarme de nadie. Por lo que ahí va mi agradecimiento a las siguientes personas:

Agradezco a mi asesor de tesis el Blgo. Humberto Rivera Calle Msc por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como por guiarme en el mundo del fitoplancton.

A Blgo Hugo Yucra Limahuay Msc, por brindarme su conocimiento a pesar de la distancia siempre estuvo atento a resolver las dudas que se me presentaron en cada una de las etapas de este trabajo de investigación. Su lectura atenta y crítica de mis avances fueron de gran ayuda.

A Blgo. Víctor Raúl Bárcena Martínez y Blgo Juan Carlos López Hidalgo por involucrarse en este proyecto, lo que demuestra su gran generosidad. Gracias por su ayuda en la identificación del fitoplancton. Su capacidad para guiar mis ideas han sido un aporte invaluable no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación. Gracias por el voto de confianza puesto hacia mi trabajo y mi persona, por sus múltiples consejos muchos de ellos con firmeza que me ayudaron a reaccionar cuando fue necesario.

A mis amigas Mariela, Lucía, Evelyn Lesly, Rosmerie por ayudarme con la parte fisicoquímica y en la colección de muestras, sin ustedes hubiese sido difícil llegar a la meta. También agradezco a Fiorella Yovera por su amabilidad y ayuda en el momento de mi sustentación.

El agradecimiento más profundo y sentido es para mi familia, mi madre Lucila y mi madrina Delia por ser quienes siempre me apoyan, mi prima Roxana porque desde pequeña siempre me ha acompañado en cada uno de los logros de mi vida al igual que mis hermanos Elena, José y mis tías fueron mi motivación y aliento en la realización de la tesis.

RESUMEN

Se presenta la composición, densidad y diversidad de algas en el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy. Ubicado en la región Piura. Los muestreos se realizaron entre diciembre 2012 hasta junio del 2013. Se eligieron ocho estaciones de muestreo y en cada estación se tomó una muestra cuantitativa, a través de toma directa, y una muestra cualitativa para la determinación de las especies.

Se determinaron 5 divisiones, 16 órdenes, 30 familias, 43 géneros y 54 especies. La división Chlorophyta presentó mayor número de especies (25), seguido de Bacillariophyta (16), Cyanophyta (8), Euglenophyta (3) y Pyrrophyta (2). Las densidades tuvieron diferencias significativas en las estaciones de muestreo. Presentándose picos de densidades. Los valores para el índice de Shannon Wiener fueron bajos y estuvieron comprendidos entre: 0,0729 (mayo, E8) y 2,603 (junio E4). El índice de Sorensen nos muestra que se forman tres grupos de asociación, sin embargo, las especies son similares en las estaciones de muestreo. En los parámetros fisicoquímicos (color, pH, Turbiedad) se presentaron diferencias significativas entre estaciones y meses de muestreo. Se realizaron correlaciones entre los parámetros fisicoquímicos, las densidades de las diferentes divisiones algales y la densidad total.

Palabras clave: Fitoplancton, densidad, diversidad

ABSTRACT

The composition, diversity and density of microalgae is presented in Daniel Escobar reservoir y Treatment Plant Water Curumuy located in the province Piura. Diciembre 2012 hasta junio del 2013 was conducted. Eight sampling stations were chosen and each season was take a quantitative sample through direct engagement, and a qualitative simple.

5 divisions, 16 orders, 30 families, 43 genera and 54 species was determined. Chlorophyta had the highest number of species (25), Bacillariophyta (16), Cyanophyta (8), Euglenophyta (3) and Pyrrophyta (2). The densities were significant differences in sampling stations. The values for Shannon Wiener index were low between: 0.0729 (May E8) and 2,603 (June E4). Sorensen index shows that three groups are formed association, however species sampling stations are similar. In the physicochemical parameters (color, pH, Turbidity) Significant differences between sampling stations and months were presented. Correlations between physicochemical parameters, the densities of the different algal divisions and the total density is performed.

Key words: Phytoplankton, density, diversity

ÍNDICE

I	Introducción.....	1
II	Material y métodos	
2.1	Área de estudio.....	5
2.2	Estaciones de muestreo.....	6
2.3	Toma de muestras y conservación	8
2.4	Análisis cualitativo y cuantitativo.....	8
2.4.1	Análisis cualitativo de fitoplancton.....	8
2.4.2	Análisis cuantitativo de fitoplancton.....	8
2.5	Análisis fisicoquímicos.....	8
2.6	Procesamiento de Datos.....	9
III	Resultados.....	10
IV	Discusión.....	46
V	Conclusiones.....	53
VI	Recomendaciones.....	54
VII	Referencias Bibliográficas.....	55
	Anexos.....	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Estaciones de muestreo del Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy	6
Cuadro 2: Riqueza de Especies en las diferentes estaciones de muestreo y divisiones fitoplanctónica.....	10
Cuadro 3: Frecuencia Relativa de Chlorophyta en el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable.....	19
Cuadro 4: Frecuencia Relativa de Bacillariophyta en el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable.....	20
Cuadro 5: Frecuencia Relativa de Cyanophyta en el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable	21
Cuadro 6: Frecuencia Relativa de Euglenophyta en el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable.....	21
Cuadro 7: Frecuencia Absoluta y Relativa de Pyrrophyta en el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable	22
Cuadro 8: Densidad fitoplanctónica en la Estación 1: Salida de Poechos.....	23
Cuadro 9: Densidad fitoplanctónica en la Estación 2: 30 km del Canal Daniel Escobar.....	25
Cuadro 10: Densidad fitoplanctónica en la Estación 3: 50 km del Canal Daniel Escobar.....	26
Cuadro 11: Densidad fitoplanctónica en la estación 4: Captación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	27
Cuadro 12: Densidad fitoplanctónica en la estación 5: Mezcla Rápida.....	29
Cuadro 13: Densidad fitoplanctónica en la estación 6: Floculadores.....	30
Cuadro 14: Densidad fitoplanctónica en la Estación 7: Sedimentadores.....	32
Cuadro 15: Densidad fitoplanctónica en la Estación 8: Filtros.....	33
Cuadro 16 Índice de Shannon Wiener.....	34
Cuadro 17: Variación de la Temperatura en los diferentes meses y estaciones de muestreo.....	36

Cuadro 18: Variación de Color en los diferentes meses y estaciones de muestreo.....	38
Cuadro 19: Variación de pH en los diferentes meses y estaciones de muestreo.....	39
Cuadro 20: Variación de Turbiedad en los diferentes meses y estaciones de muestreo.....	40
Cuadro 21: Variación de Conductividad en los diferentes meses y estaciones de muestreo.....	41
Cuadro 22 Variación de Nitratos en los diferentes meses y estaciones de muestreo.....	42
Cuadro 23 Variación de Fosfatos en los diferentes meses y estaciones de muestreo	43
Cuadro 24: Correlación entre parámetros fisicoquímicos y datos biológicos (número de especies, densidad).....	44
Cuadro 25: Especies con mayor densidad en los meses y estaciones de muestreo	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Ubicación del Área de Estudio.....	5
Figura 2: Estaciones de muestreo del Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy.....	7
Figura 3: Densidad fitoplanctónica de la Estación 1: Salida de Poechos...	24
Figura 4: Densidad fitoplanctónica de la Estación 2: 30 Km.....	25
Figura 5: Densidad fitoplanctónica de la Estación 3: 50 km.....	26
Figura 6: Densidad fitoplanctónica de la Estación 4: Captación.....	28
Figura 7: Densidad fitoplanctónica de la Estación 5: Mezcla Rápida.....	29
Figura 8: Densidad fitoplanctónica de la Estación 6: Floculadores.....	31
Figura 9: Densidad fitoplanctónica de la Estación 7: Sedimentadores....	32
Figura 10: Densidad fitoplanctónica de la Estación 8: Filtros.....	33
Figura 11: Representación gráfica del análisis descriptivo cluster.....	35
Figura 12: Variación de Temperatura en los diferentes meses y estaciones de muestreo.....	37
Figura 13: Variación de Color en los diferentes meses y estaciones de muestreo.....	38
Figura 14 Variación de pH en los diferentes meses y estaciones de muestreo.....	39
Figura 15 Variación de Turbiedad en los diferentes meses y estaciones de muestreo.....	40
Figura 16 Variación de Conductividad en los diferentes meses y estaciones de muestreo.....	41
Figura 17 Variación de Nitratos en los diferentes meses y estaciones de muestreo.....	42
Figura 18: Variación de Fosfatos en los diferentes meses y estaciones de muestreo.....	43

INTRODUCCIÓN

Las algas constituyen un grupo heterogéneo muy grande provistas de diferentes pigmentos fotosintéticos. La mayoría son eucariotas y tienen cromoplastos de forma, número y posición variados, mientras que un grupo reducido son procariotas y carecen de cromoplastos. Tienen una gran diversidad y abarca desde formas unicelulares aparentemente simples hasta formas complejas (Acleto y Zúñiga, 1998).

Para los ambientes acuáticos las algas son lo que las plantas en los ambientes terrestre, puesto que constituyen la base del flujo energético que mantiene la biodiversidad y las cadenas tróficas (Cadima *et al.*, 2005).

La medición de biodiversidad se ha centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma puede ser de gran utilidad (Whittaker, 1972 en Moreno, 2001).

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Moreno, 2001)

La diversidad alfa refleja distintos aspectos de la biodiversidad y es una de las medidas más frecuente, pero para obtener parámetros completos de la diversidad de especies en un hábitat, es recomendable cuantificar el número de especies y su representatividad (Moreno, 2001).

En muchos países, las investigaciones sobre diversidad fitoplanctónica en ambientes loticos es escasa y muchas publicaciones son de difícil acceso. En España en el año 2007, la UTE Red biológica del EBRO realizó un monitoreo en el Embalse Mansilla, en el cual se identificaron 16 especies. Durante junio y julio de 2009, muestrearon 56 embalses, la riqueza media de especies de fitoplancton osciló en torno a las 17-35 especies por embalse.

La Confederación Hidrográfica del EBRO realizó el seguimiento de la calidad de las aguas en embalses de zonas sensibles, en los análisis cuantitativos de fitoplancton los valores más bajos se registraron en Sobrón (824 cél/ml) y las máximas densidades se cuantificaron en los embalses de Oliana (53990 cél/ml) y Ebro (21 130 cél/ml).

En México se han reportado listados florísticos como los de Ortega *et al.* (1995), Moreno (2000) y Moreno (2003). Los cuales no reportan muchas especies de algas pues las consideran raras. Moreno *et al.*, 2008 realizó por primera vez un trabajo en el río Tehuantepec, registró 298 taxones y comparó sus datos con información regional de México y Sudamérica.

En Argentina se han realizado trabajos en embalses y ríos tales como el de Seeligman *et al.* (2001), donde se identificaron 124 taxones de algas, en el embalse del Río Hondo; siendo más importante el de las diatomeas con 49 especies.

De León y Chalar (2003) en el embalse Salto Grande Argentina, estudió la composición, abundancia y diversidad del fitoplancton en relación con el ciclo estacional y los parámetros físicos y químicos. La abundancia anual varió de 16 a 1963 ind ml⁻¹. La diversidad anual mostró un patrón inverso con un rango de variación entre 0,6 y 4,4 bits ind⁻¹.

Meichtry *et al.*, 2013 estudiaron la estructura y dinámica del fitoplancton del embalse Yacyretá en relación con las principales variables limnológicas durante diciembre 2004 a noviembre 2005. Se registraron 200 especies distribuidas en 9 clases, la diversidad específica estuvo comprendida entre 1,55 y 4,61 bits y la densidad varió entre 66 y 10060 ind/ml. La composición y densidad del fitoplancton presentó una marcada variación espacial y temporal.

En Venezuela se han realizado estudios sobre las comunidades fitoplanctónicas en varios embalses, entre los cuales destacan el estudio realizado por Gonzales *et al.*, 2004 sobre las variaciones temporales de la abundancia, biomasa y producción primaria del fitoplancton en dos localidades del embalse Pao Cachinche. Se identificaron 59 especies, la división Cyanophyta, fue más diversa seguida de la división Chlorophyta y Bacillariophyta.

Otro estudio realizado por Gonzales *et al.* (1999) se evaluó la variación de la abundancia, biomasa y producción primaria del fitoplancton en cinco embalses de la zona norte de Venezuela empleados para el suministro de agua potable y que poseen diferentes estados tróficos, Pao –Cachinche, Quebrada Seca, La Mariposa, La Pereza y Lagartijo, los muestreos se realizaron entre septiembre de 1997 y agosto de 1999, el Lagartijo presentó la mayor riqueza de especies(67 especies).

Astocondor (2000) estudió la composición y estructura de la comunidad del fitoplancton en relación con las variables fisicoquímicas de las aguas de la laguna “Tranca Grande”, la comunidad fitoplanctónica estuvo caracterizada por la presencia de un total de 51 especies de las cuales dos fueron de la división Euglenophyta (3,92%), 4 Cyanophyta (7,84%), 27 Bacillariophyta (52,94%), 16 Chlorophyta (31,37%) ,1 Chrysophyta (1,96%) y 1 Pyrrophyta con 1,96%.

También se tienen reportes de la flora algal de Lima, siendo algunos de los registros realizados por Morrón (1976), Chacón (1972), Zuñiga (1989), Montoya y Acosta (1987); Montoya *et al.* (1995); Montoya (2004), Guillen *et al.* (2003); los cuales evaluaron respectivamente ambientes acuáticos en Villa, Chilca, Puerto Viejo, Chillón, Raura.

En nuestra región se tienen reportes del trabajo realizado en el año 2007 en la Sub Cuenca del Rio Quiroz, por el proyecto Binacional Catamayo-Chira –Piura; en el cual se determinaron un total de 27 géneros de diatomeas epilíticas y se relacionaron con las variables fisicoquímicas y ambientales. (Proyecto Especial Catamayo-Chira, 2007).

El canal Daniel Escobar o también llamado Canal de Derivación Chira –Piura, pertenece al proyecto especial Chira–Piura. Tiene en su recorrido sistemas de regadío y drenaje, sirve de colector de desagües industriales y agrícolas los cuales no son controlados, además tiene una Planta de Tratamiento de Agua Potable y una hidroeléctrica (Ramírez, 2008).

Este canal tiene un recorrido desde su origen (Represa de Poechos) hasta el punto de Captación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy de 52 km (Ramírez, 2008).

La Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) Curumuy es una planta de Filtración Rápida y está integrada por los procesos de Captación, Mezcla Rápida, Floculación, Sedimentación, Filtración y Desinfección (Ramírez, 2008).

El objetivo del presente estudio fue determinar la composición, densidad y diversidad de algas en el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy.

II.- MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo en la región de Piura en el canal de Derivación “Daniel Escobar”(el cual es parte del Proyecto Especial Chira -Piura) y en la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy. (Fig. 01)

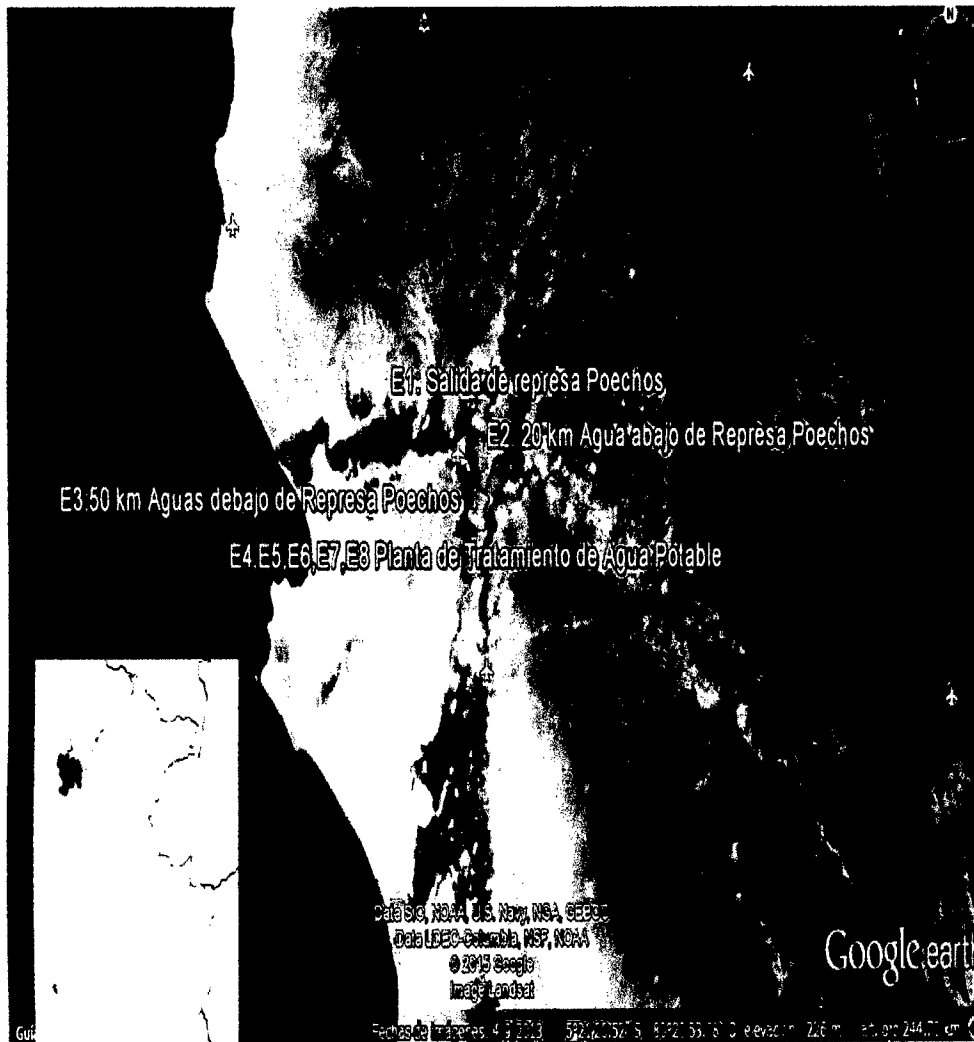


Figura 1: Ubicación del Área de Estudio.

2.2 Estaciones de muestreo

El área de muestreo se dividió en 8 estaciones, a fin de abarcar la mayor extensión del canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable

Cuadro 1: Estaciones de muestreo del Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy

	ESTACIÓN	COORDENADAS
Canal Daniel Escobar	E1: Salida de represa Poechos	4°41' 2,97" LS 80°30;38.15" LO
	E2: 30 km canal Daniel Escobar	4°53' 31.42" L S 80°38,31.69" LO
	E3: 50 km canal Daniel Escobar	5°1' 25.27" L S 80°39 24.73" LO
Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy	E4: Captación	5° 1'44.92" LS
	E5: Mezcla Rápida	80°38'47.16" LO
	E6: Floculadores	
	E7: Sedimentadores	
	E8: Filtros	

2.3 Toma de muestra y conservación

Se realizaron 6 muestreos de diciembre 2012 a junio 2013, en cada estación se tomó una muestra cualitativa, para lo cual se tomó 20 litros de agua con un balde y se filtró con una red de fitoplancton de 20 μm , se conservó con formaldehído al 4% (Alveal *et al.*, 1995).

Se tomaron muestras cuantitativas, a través de toma directa, en cada estación se sumergió un frasco de plástico de 250 ml a 30 cm de profundidad y se llenó hasta el 90 % de su capacidad, se agregó 0,3 ml de lugol alcalino por cada 100 ml. de muestra.

2.4. Análisis cualitativo y cuantitativo de fitoplancton

2.4.1 Análisis cualitativo de fitoplancton

Para el análisis cualitativo se homogenizó la muestra, con una pipeta se tomó una sub muestra de 3 ml, se colocó en una placa petri para su observación en el microscopio invertido marca Nikon Eclipse TS 100.

Para determinar las microalgas se hizo uso de las siguientes claves: Komarek y Anagnostidis (1999); Komarek y Azevedo (2000); Bonilla (2009) para la división Cyanophyta; Fernández (1994 y 1999), Round *et al.* (1990) para la división Bacillariophyta y Prescott (1964) para las divisiones Euglenophyta, Chlorophyta y Pyrrophyta.

2.4.2 Análisis cuantitativo de fitoplancton:

Para el análisis cuantitativo se utilizó el microscopio invertido marca Nikon Eclipse TS 100 y la metodología para el recuento por Uthermöhl (1958).

2.5 Análisis fisicoquímicos

En cada una de las estaciones se tomó 1L de agua y se colocó en frascos de plástico, los cuales fueron llevados al laboratorio de Química de la PTAP Curumuy y se midieron los siguientes parámetros: Temperatura, pH, Conductividad, Turbiedad, Color, nitratos. Según APHA 2012.

2.6 Procesamiento de datos

Se elaboraron en Microsoft Excel tablas de frecuencia relativa de las especies, considerando frecuentes a las encontradas en todos los meses de muestreo.

Se midió la diversidad a través del índice de Shannon Wiener y el índice de Similitud (índice de Sorensen); para ello se usó el programa estadísticos Past versión 3.

Los datos de los parámetros fisicoquímicos se colocaron en cuadros y gráficos de cada una de las variables por cada punto de muestreo. Se establecieron valores mínimos, máximos, utilizando Microsoft Excel. Se hizo un análisis estadístico a través del programa Minitab versión 14.

Con la finalidad de conocer el grado de asociación entre los factores abióticos (Temperatura del agua, turbidez, conductividad, color, pH, nitratos, fosfatos) con la densidad de las especies fitoplanctónicas se aplicó el análisis de correlación de Spearman, a través del programa Minitab versión 14.

III.- RESULTADOS

3.1 Riqueza de Especies

En el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy, entre diciembre 2012 a junio 2013. Se lograron determinar 5 divisiones, 16 Órdenes, 30 Familias, 43 géneros y 53 especies.

La división Chlorophyta tuvo el mayor número de especies (24), seguido de Bacillariophyta (16), Cyanophyta (8), Euglenophyta (3) y Pyrrophyta (2).

Con respecto a las estaciones, la Estación E1 (48 especies) E2 (44 especies), E4 (43) E3 (42) E6 (37), E5 (34) E8 (32 especies) E 7 (30 especies) (Cuadro 2).

Cuadro 2: Riqueza de especies en las diferentes estaciones de muestreo y divisiones fitoplanctónicas

DIVISION/ESTACION	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	TOTAL DE ESPECIES
Chlorophyta	24	21	18	20	16	16	15	17	24
Bacillariophyta	12	14	14	14	12	14	9	9	16
Cyanophyta	8	6	6	5	3	4	4	4	8
Euglenophyta	2	1	2	2	1	1	1	1	3
Pyrrophyta	2	2	2	2	2	2	1	1	2
TOTAL	48	44	42	43	34	37	30	32	54

A) División: Cyanophyta

Clase: **Cyanophyceae**

a) Orden: Chroococcales

1) Familia: **Mersimopediaceae**

Género *Merismopedia* Meyen, 1839

Merismopedia sp. Meyen, 1839

2) Familia: **Chroococcaceae**

Género: *Chroococcus* Nägeli, 1849

Chroococcus sp. Nägeli, 1849

b) Orden: Oscillatoriales

1) Familia: **Pseudanabaenaceae**

Género: *Geitlerinema* (Anagnostidis&Komárek) Anagnostidis,
1989

Geitlerinema unigranulatum (R.N.Singh) J.Komárek&M.T.P.Azevedo 2000

2) Familia: **Oscillatoriaceae**

Género: *Lyngbya* C.Agardh ex Gomont, 1892

Lyngbya sp. C.Agardh ex Gomont, 1892

Género: *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont, 1892:

Oscillatoria sp. Vaucher ex Gomont, 1892

c) Orden: Nostocales

Familia: Nostocaceae

Género *Anabaena* Bory de Saint-Vincent ex Bornet&Flahault,
1886

Anabaena sp. Bory de Saint-Vincent ex Bornet&Flahault, 1886

Género: *Aphanizomenon* A.Morren ex Bornet&Flahault, 1886
'1888'

Aphanizomenon sp. A.Morren ex Bornet&Flahault, 1886 '1888'

Género *Cylindrospermopsis* G.Seenayya&N.SubbaRaju in
T.V.Desikachary, 1972:

Cylindrospermopsis raciborskii (Woloszynska) Seenayya&SubbaRaju
in Desikachary 1972)

B) División: Euglenophyta

Clase Euglenophyceae

Orden Euglenales

Familia Euglenaceae

Género: *Euglena* Ehrenberg 1838

Euglena sp. Ehrenberg 1838

Género: *Trachelomonas* Ehrenberg 1838

Trachelomonas sp. Ehrenberg 1838

Género: *Strombomonas* Deflandre 1930

Strombomonas sp. Deflandre 1930

C) División Pyrrophyta “dinoflagelados”

Clase: Dinophyceae

Orden: Peridiniales

Familia: Peridiniaceae

Género: *Peridiniopsis*

Peridiniopsis cunningtoni Lemmerman 1907

Peridiniopsis elpatiewsky Bourrelly 1968(Ostenfeld) Bourrelly 1968

D). División: Bacillariophyta “diatomeas”

Clase: Bacillariophyceae

a) Orden: Centrales

1) Familia Stephanodiscaceae

Género: Cyclotella

Cyclotella sp. (Kütz.) Breb

2) Familia: Aulacoseiraceae

Género: Aulacoseira

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Sinonesen, 1979

3) Familia: Biddulphiaceae

Género: Hydrosera

Hydrosera sp. G.C. Wallich, 1858

4) Familia: Triceratiaceae

Género: Pleurosira

Pleurosira laevis (Ehrenberg) Compère, 1982

b) Orden Pennales

1) Familia: Fragilariaceae

Género: Synedra

Synedra sp. Ehrenberg, 1830

Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg, 1832

2) Familia Achnanthidiaceae

Género: Achnanidium

Achnanidium sp. Kützinger, 1844

3) Familia: **Cocconeidaceae**

Género: Cocconeis

Cocconeis sp. Ehrenberg, 1836

4) Familia: **Pleurosigmataceae**

Género Gyrosigma

Gyrosigma sp. Hassal, A 1845

5) Familia: **Naviculaceae**

Género: Navicula

Navicula sp. Bory de Saint-Vincent, 1822

6) Familia: **Catenulaceae**

Género: Amphora

Amphora sp. Ehrenberg ex Kützing, 1844

7) Familia: **Cymbellaceae**

Género: Cymbella

Cymbella sp. Agardh, C 1830

8) Familia: **Gomphonemataceae**

Género: Gomphonema

Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing, 1849

9) Familia: **Bacillariaceae**

Género: Nitzschia

Nitzschia sp. Hassel, 1845

Género: Tryblionella

Tryblionella sp. W.Smith, 1853

10) Familia **Surirellaceae**

Género *Surirella*

Surirella sp. P.J.F. Turpin, 1828

E) División: Chlorophyta “algas verdes”

Clase: Chlorophyceae

a) Orden: Chlorococcales

1) Familia: **Coelastraceae**

Género *Coelastrum*

Coelastrum sp. Naegeli in Kuetzing 1849

2) Familia: **Scenedesmaceae**

Género: *Actinastrum* Lagerheim, 1882

Actinastrum sp. Lagerheim, 1882

Género: *Crucigenia* Morren, 1830

Crucigenia sp. 1 Morren, 1830

Crucigenia sp. 2

Género: *Scenedesmus* Meyen, 1829

Scenedesmus acuminatus (Lag.) Chodat, 1902

Scenedesmus arcuatus Lemmermann, 1899

Scenedesmus dimorphus (Turp.) Kuetzing, 1833

Scenedesmus quadricauda (Turp.) de Brebisson 1835

Scenedesmus sp.

Género *Micractinium* Fresenius, 1858

Micractinium sp. Fresenius 1858

3) Familia: **Hydrodictyaceae**

Género: *Pediastrum* Meyen, 1829

Pediastrum boryanum Meneghini, 1840

Pediastrum simplex Lemmermann, 1892

Pediastrum tetras (Ehrenb.) Ralfs, 1844

4) Familia: **Oocystaceae**

Género: *Lagerheimia* R.Chodat, 1895

Lagerheimia subsalsa (De Toni) Chodat, 1895

Género: *Dictyosphaerium* Nägeli, 1849

Dictyosphaerium sp. Naegeli, 1849

Género: *Oocystis* Naegeli en A. Braun 1855

Oocystis sp. Naegeli en A. Braun 1855

Género: *Tetraedron* Kützing, 1845:

Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg 1888

b) Orden: **Zygnematales**

Familia: **Zygnemataceae**

Género: *Mougeotia* (C.A.Agardh) Wittrock, 1872)

Mougeotia sp. 1 (C.A.Agardh) Wittrock, 1872)

Mougeotia sp. 2

Género *Spirogyra* Link 1820

Spirogyra sp. Link 1820

c) Orden: **Desmiales**

Familia: **Desmidiaceae**

Género: *Closterium* Nitzsch ex Ralf, 1848

Closterium sp. Nitzsch ex Ralf, 1848

Closterium sp. 2

Género: *Cosmarium* Corda ex Ralf, 1848

Cosmarium sp. Corda ex Ralf, 1848

Género: *Staurostrum* Meyen ex Ralfs, 1848

Staurostrum sp. Meyen ex Ralfs, 1848

3.2 Frecuencia de Especies y Géneros

Las especies frecuentes de la división Chlorophyta fueron: *Scenedesmus quadricauda*, *Pediastrum simplex* y los géneros frecuentes: *Oocystis*, *Cosmariun*, *Staurostrum* (cuadro 3).

Cuadro 3: Frecuencia relativa de Chlorophyta en el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy

ESPECIES	Meses						Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio		
<i>Coelastrum</i> sp.	1	0	0	1	1	1	4	4.65
<i>Actinastrum</i> sp.	0	0	0	1	1	1	3	3.49
<i>Crucigenia</i> sp. 1	1	0	0	1	1	1	4	4.65
<i>Crucigenia</i> sp. 2	0	0	0	0	0	1	1	1.16
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	1	1	0	1	1	1	5	5.81
<i>Scenedesmus arcuatus</i>	1	0	0	1	1	1	4	4.65
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	1	0	0	1	1	1	4	4.65
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	1	1	1	1	1	1	6	6.98
<i>Scenedesmus</i> sp.	1	1	1	0	1	0	4	4.65
<i>Pediastrum boryanum</i>	1	0	0	0	0	0	1	1.16
<i>Pediastrum simplex</i>	1	1	1	1	1	1	6	6.98
<i>Pediastrum tetras</i>	1	0	0	1	0	0	2	2.33
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	1	0	1	1	1	1	5	5.81
<i>Lagerheimia subsalsa</i>	0	0	0	0	1	1	2	2.33
<i>Micractinium</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1	1.16
<i>Oocystis</i> sp.	1	1	1	1	1	1	6	6.98
<i>Tetraedron minimum</i>	1	1	0	1	1	1	5	5.81
<i>Mougeotia</i> sp.	1	1	0	0	0	1	3	3.49
<i>Mougeotia</i> sp. 2	0	0	0	0	0	1	1	1.16
<i>Spirogyra</i> sp.	0	0	0	0	1	0	1	1.16
<i>Closterium</i> sp.	0	0	0	0	1	1	2	2.33
<i>Closterium</i> sp. 2	0	0	0	0	0	1	1	1.16
<i>Cosmariun</i> sp.	1	1	1	1	1	1	6	6.98
<i>Staurostrum</i> sp.	1	1	1	1	1	1	6	6.98
TOTAL	16	9	7	15	18	21	86	100

Las especies frecuentes de la división Bacillariophyta fueron: *Aulacoseira granulata*, *Synedra ulna* y los géneros frecuentes: *Cocconeis* y *Nitzschia* (cuadro 4).

Cuadro 4: Frecuencia relativa de Bacillariophyta en el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy

ESPECIES	Meses						Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa %
	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio		
<i>Cyclotella</i> sp.	0	0	0	0	1	1	2	3.45
<i>Aulacoseira granulata</i>	1	1	1	1	1	1	6	10.34
<i>Hydrosera</i> sp.	0	0	0	0	1	0	1	1.72
<i>Pleurosira laevis</i>	0	0	0	0	1	1	2	3.45
<i>Synedra</i> sp.	1	0	0	1	1	1	4	6.90
<i>Synedra ulna</i>	1	1	1	1	1	1	6	10.34
<i>Achnantidium</i> sp.	0	0	0	0	1	1	2	3.45
<i>Cocconeis</i> sp.	1	1	1	1	1	1	6	10.34
<i>Gyrosigma</i> sp.	1	1	0	1	1	1	5	8.62
<i>Navicula</i> sp.	1	1	0	1	1	1	5	8.62
<i>Amphora</i> sp.	0	0	0	1	1	0	2	3.45
<i>Cymbella</i> sp.	1	1	0	1	1	1	5	8.62
<i>Gomphonema parvulum</i>	0	0	0	1	1	1	3	5.17
<i>Nitzschia</i> sp.	1	1	1	1	1	1	6	10.34
<i>Tryblionella</i> sp.	0	0	0	1	1	0	2	3.45
<i>Surirella</i> sp.	0	0	0	0	1	0	1	1.72
TOTAL	8	7	4	11	16	12	58	100

Las especies frecuentes de la división Cyanophyta fueron: *Geitlerinema unigranulatum*, *Cylindrospermopsis raciborskii* y el género *Chroococcus* (cuadro 5)

Cuadro5: Frecuencia relativa de Cyanophyta en el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy

ESPECIES	Meses						Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa%
	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio		
<i>Merismopedia</i> sp.	1	0	1	1	1	1	5	16.13
<i>Chroococcus</i> sp.	1	1	1	1	1	1	6	19.35
<i>Geitlerinema unigranulatum</i>	1	1	1	1	1	1	6	19.35
<i>Lyngbya</i> sp.	1	0	0	0	0	1	2	6.45
<i>Oscillatoria</i> sp.	1	0	0	1	0	1	3	9.68
<i>Anabaena</i> sp.	0	0	0	0	1	1	2	6.45
<i>Aphanizomenon</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1	3.23
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	1	1	1	1	1	1	6	19.35
TOTAL	7	3	4	5	5	7	31	100

La división Euglenophyta no presentó especies frecuentes.

Cuadro 6: Frecuencia relativa de Euglenophyta en el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy

ESPECIES	Meses						Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa %
	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio		
<i>Euglena</i> sp.	0	1	0	1	0	0	2	25
<i>Trachelomonas</i> sp.	1	1	0	0	1	1	4	50
<i>Strombomonas</i> sp.	0	1	0	1	0	0	2	25
Total	1	3	0	2	1	1	8	100

La especie frecuente de la división Pyrrophyta fue: *Peridiniopsis cunningtoni* (cuadro 7).

Cuadro7: Frecuencia relativa de Pyrrophyta en el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy

ESPECIES	Meses						Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa %
	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio		
<i>Peridiniopsis cunningtoni</i>	1	1	1	1	1	1	6	60
<i>Peridiniopsis elpatiesky</i>	1	1	0	0	1	1	4	40
TOTAL	2	2	1	1	2	2	10	100

3.3 Densidad en las diferentes estaciones de muestreo:

Estación E1: Salida de Represa Poechos

El mayor valor de densidad total se presentó en diciembre (244 143 cél/L), mientras que en abril se dio el menor valor (27 400 cél/L). (Cuadro 8).

Las divisiones presentaron densidades variables durante el periodo de estudio. Chlorophyta tuvo su mayor densidad (13 640 cél/L) en diciembre con el género *Mougeotia* (227 703 cél/L) (Cuadro 25), esta división también dominó en febrero con (25 500 cél/L) y abril (16 480 cél/L).

Bacillariophyta dominó en mayo (38 800 cél/L) y Junio (22 080 cél/L).

La división Pyrrophyta dominó en Enero (74 410 cél/L) con *Peridiniopsis cunningtoni* (73 890 cél/L) (Cuadro 25) y su menor densidad fue en mayo con (80 cél/L).

Euglenophyta tuvo densidades bajas comprendidas entre 40 y 280 cél/L

Cuadro 8: Densidad fitoplanctónica (cél/L) en la estación E1: Salida de Represa Poechos

Estación E 1: Salida de Represa Poechos						
División/Mes	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
Chlorophyta	239 423	13 640	25 500	16 480	14 600	14 960
Bacillariophyta	280	7 960	3 000	7 320	38 800	22 080
Cyanophyta	1 840	12 240	3 500	3 400	22 640	9 720
Pyrrophyta	2 600	74 410	500	200	80	2 800
Euglenophyta	0	40	0	0	280	80
Total	244 143	108 290	32 500	27 400	76 400	49 640

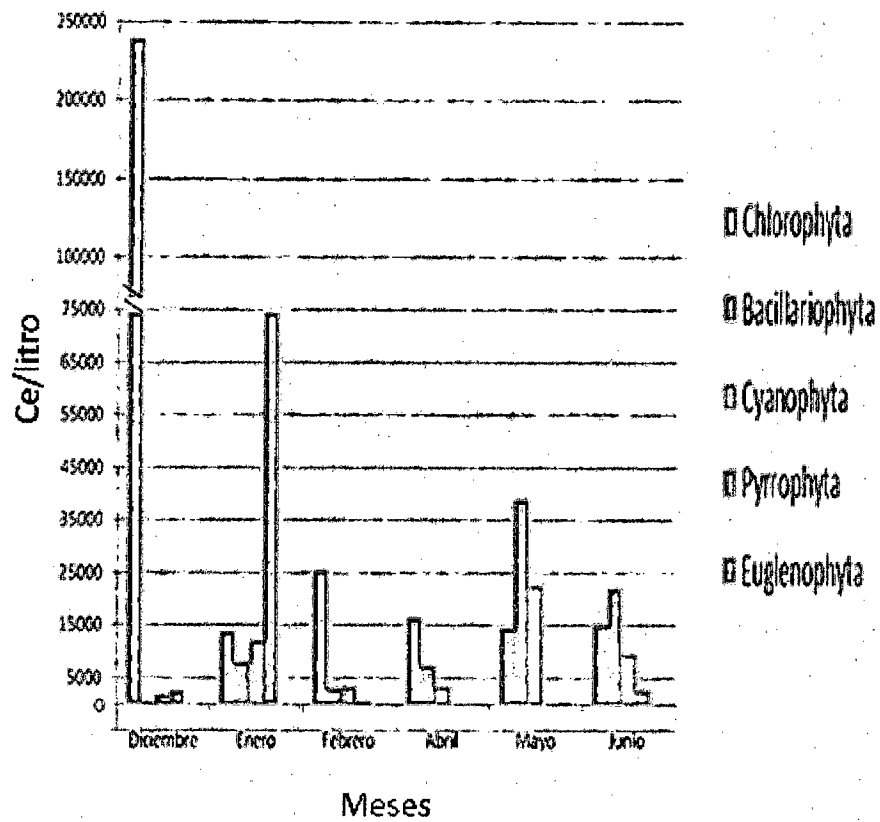


Figura 3: Densidad fitoplanctónica (cél/L) en la estación E1: Salida de Represa Poechos.

Estación E2: 30 km. del canal Daniel Escobar

En mayo se presentó la mayor densidad total (47 560 cél/L) y en febrero la menor (19 000cél/L) (Cuadro 9).

Las divisiones tuvieron densidades desiguales durante los meses de estudio. La división Chlorophyta dominó en diciembre (18 200 cél/L), enero (7 560 cél/L) y abril (15 240 cél/L).

En febrero, mayo y junio dominó la división Bacillariophyta (10 000,35 800 y 14 240 cél/L respectivamente), siendo el género *Synedra* (22 240 cél/L) quien obtuvo las mayores densidades.

Las divisiones Cyanophyta presentó su densidad máxima en abril (13 520 cél /L) y Pyrrophyta en enero (6 960 cél/L).

En lo que respecta a Euglenophyta se registró en diciembre (80 cél/L) y mayo (1 60 cél/L)

Cuadro 9: Densidad fitoplanctónica (cél/L) en la estación E 2: 30 Km del Canal Daniel Escobar

Estación E 2 : 30 km del Canal Daniel Escobar						
División/ mes	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
Chlorophyta	18 200	7 560	2 500	15 240	7 680	5 480
Bacillariophyta	8 400	6 160	10 000	13 280	35 800	14 240
Cyanophyta	2 600	7 160	5 500	13 520	3 920	1 920
Pyrrophyta	3 200	6 960	1 000	40	0	120
Euglenophyta	80	0	0	0	160	0
Total	32 480	27 840	19 000	42 080	47 560	21 760

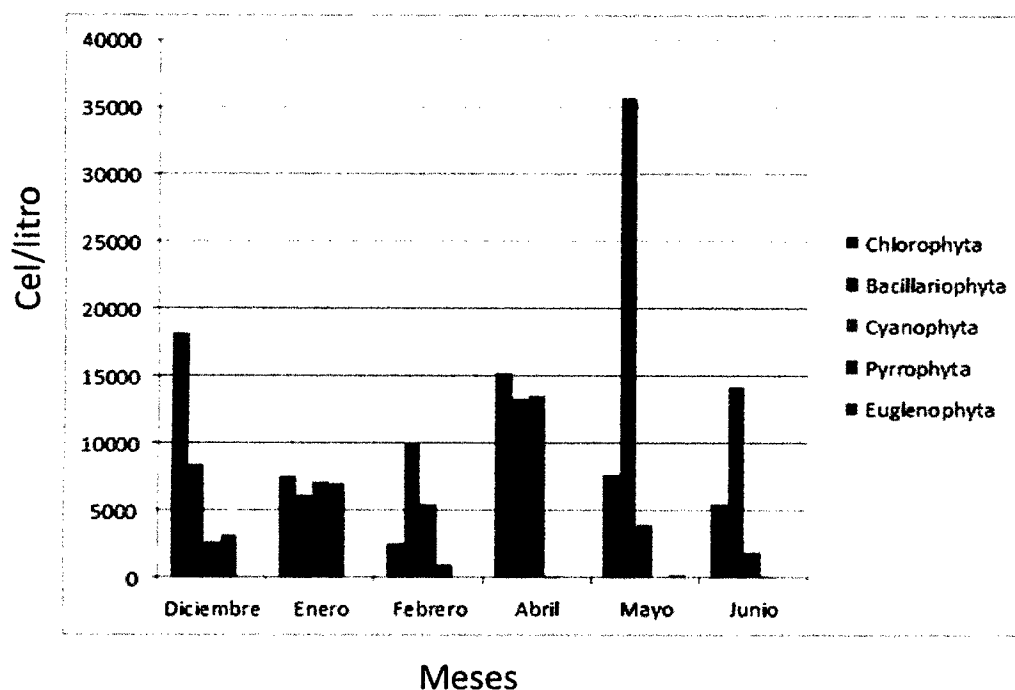


Figura4: Densidad fitoplanctónica (cél/L) en la estación E2: 30Km del Canal

Daniel Escobar

Estación E3: 50 Km del Canal Daniel Escobar

En mayo se presentó la mayor densidad total (76 280 cél/L) y la menor (12 500 cél/L) en febrero.

En diciembre, enero y abril la división que ocupó la mayor densidad fue Chlorophyta (Cuadro 10).

Bacillariophyta dominó en febrero (5000 cél/L), mayo (65 160 cél/L) y junio (10 120 cél/L) siendo la especie *Aulacoseira granulata* y el género *Synedra*, quienes aportaron las mayores densidades (Cuadro 25).

La división Cyanophyta presentó valores muy desiguales siendo su valor máximo en abril con 11 240 cél/L y el menor 400 cél/L en mayo.

Las densidades de la división Pyrrophyta estuvieron comprendidas entre 40 y 6080 cél/L.

Euglenophyta estuvo presente en enero y mayo con valores bajos (160 y 200 cél/L) respectivamente

Cuadro 10: Densidad fitoplanctónica (cél/L) de la estación E3: 50 km del Canal Daniel Escobar

Estación E 3: 50 km del Canal Daniel Escobar						
División/mes	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
Chlorophyta	15 520	9 040	3 500	21 280	10 480	1 520
Bacillariophyta	7 360	5 600	5 000	13 240	65 160	10 120
Cyanophyta	2 680	7 960	3 000	11 240	400	1 760
Pyrrophyta	2560	6 080	1 000	160	40	160
Euglenophyta	0	160	0	0	200	0
Total	28 120	28 840	12 500	45 920	76 280	13 560

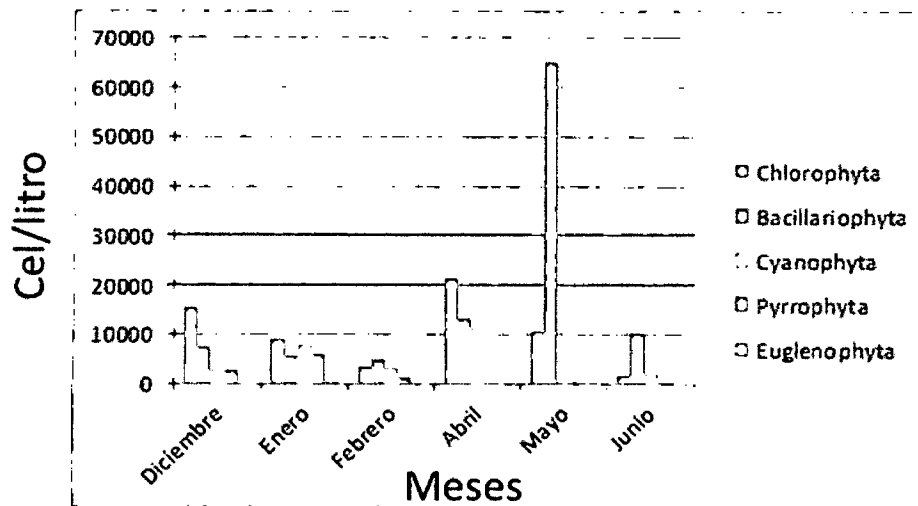


Figura 5: Densidad fitoplanctónica (cél/L) de la estación E3 (50 km. Canal Daniel Escobar)

Estación E4: Captación

La mayor densidad total fue en mayo (140 098 cél/L) y la menor (12 000 cél/L) en febrero (Cuadro11).

La división Chlorophyta en diciembre (18 200 cél/L), enero (6 680 cél/L) y abril (15 840 cél/L) dominó con los géneros *Tetraedron minimun* y *Pediastrum simplex*.

La división Bacillariophyta obtuvo su mayor densidad en mayo con el género *Synedra* (829 938 cél/L).

La máxima densidad de la división Cyanophyta fue en abril (12 960 cél/L) y de la división Pyrrophyta en enero (5 800 cél/L).

Cuadro 11: Densidad fitoplanctónica (cél/L) de la Estación E4 Captación

Estación E 4: Captación						
División/Mes	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
Chlorophyta	18 200	6 680	3 000	15 840	14 720	13 360
Bacillariophyta	3 880	4 560	6 000	9 160	124 498	13 440
Cyanophyta	3 200	0	2 000	12 960	480	240
Pyrrophyta	1 920	5 800	1 000	160	240	280
Euglenophyta	160	0	0	40	160	0
Total	27 360	17 040	12 000	38 160	140 098	27 320

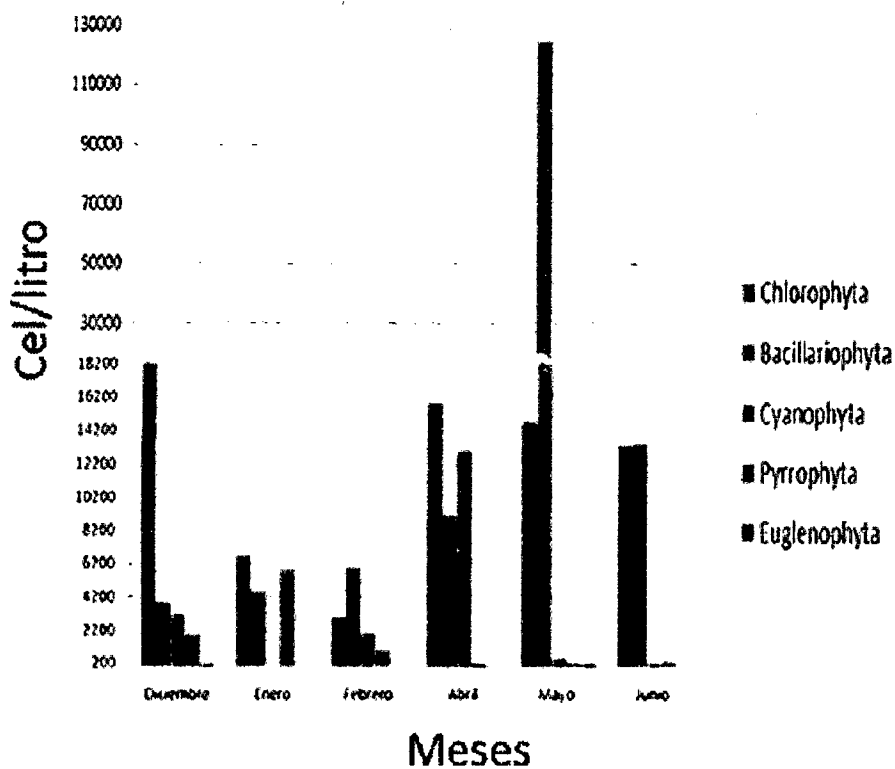


Figura 6: Densidad fitoplanctónica (cél/L) de la estación E4 Captación

Estación E5: Mezcla Rápida

La mayor densidad total fue en junio (13 320 cél/L) y la menor en enero (7 760 cél/L)

La división Bacillariophyta presenta dos picos de densidad, en mayo (10 280 cél. /L) y el otro en junio (8 600 cél/L) con el género *Synedra*, esta división también dominó en diciembre (2 760 cél/L) y febrero (3 000 cél/L).

La división Chlorophyta presenta su mayor densidad en abril (5 760 cél/L) mientras que Cyanophyta en diciembre (2 320 cél/L) y Pyrrophyta en enero (1 500 cél/L) (Cuadro12).

Cuadro 12: Densidad fitoplanctónica (cél/L) de la estación E5 Mezcla Rápida

División / Mes	Estación E5:Mezcla Rápida					
	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
Chlorophyta	2 760	3 480	3 000	5 760	2 720	4 320
Bacillariophyta	3 800	3 240	5 500	5 640	10 280	8 600
Cyanophyta	2 320	880	2 000	1 560	80	240
Pyrrophyta	880	80	1 500	80	0	160
Euglenophyta	0	80	0	0	120	0
Total	9 760	7 760	12 000	13 040	13 200	13 320

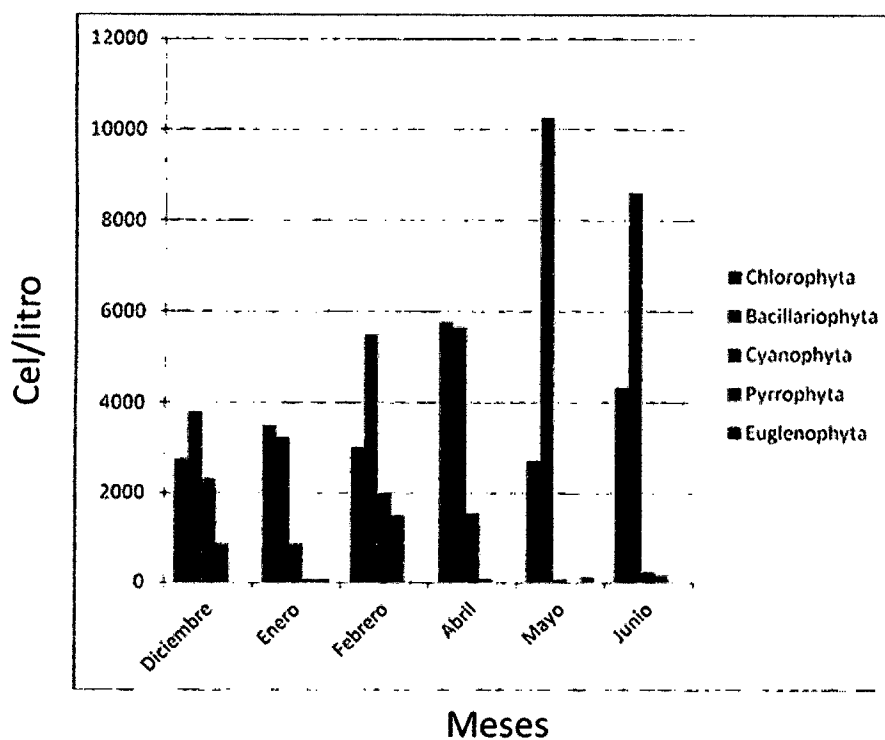


Figura 7: Densidad fitoplanctónica (cél/L) de la estación 5 Mezcla Rápida

Estación E6: Flocladores

La mayor densidad total fue en Febrero (25 500 cél/L) y la menor en enero (4 120 cél/L).

La división Bacillariophyta dominó en abril (6 560 cél. /L), mayo (5 040 cél/L) y junio (6 040 cél/L), sin embargo la división Chlorophyta dominó en diciembre y abril con 5 400 y 2 880 (cél/L) respectivamente

En febrero la especie *Geitlerinema unigranulatum*, de la división Cyanophyta dominó con (20 000 cél/L) (Cuadro 25).

Pyrrophyta en diciembre obtuvo su densidad máxima (880 cél/L) y Euglenophyta fue esporádica pues estuvo presente en enero (80 cél/L)

Cuadro 13: Densidad fitoplanctónica (cél/L) de la estación E6 Flocladores

	Estación E6 : Flocladores					
División/Mes	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
Chlorophyta	5 400	1 720	2 000	2 880	1 720	1 920
Bacillariophyta	4 200	1 400	3 500	6 560	5 040	6 040
Cyanophyta	1 840	840	20 000	1 600	80	1 520
Pyrrophyta	880	80	0	0	40	200
Euglenophyta	0	80	0	0	0	0
Total	12 320	4 120	25 500	11 040	6 880	9 680

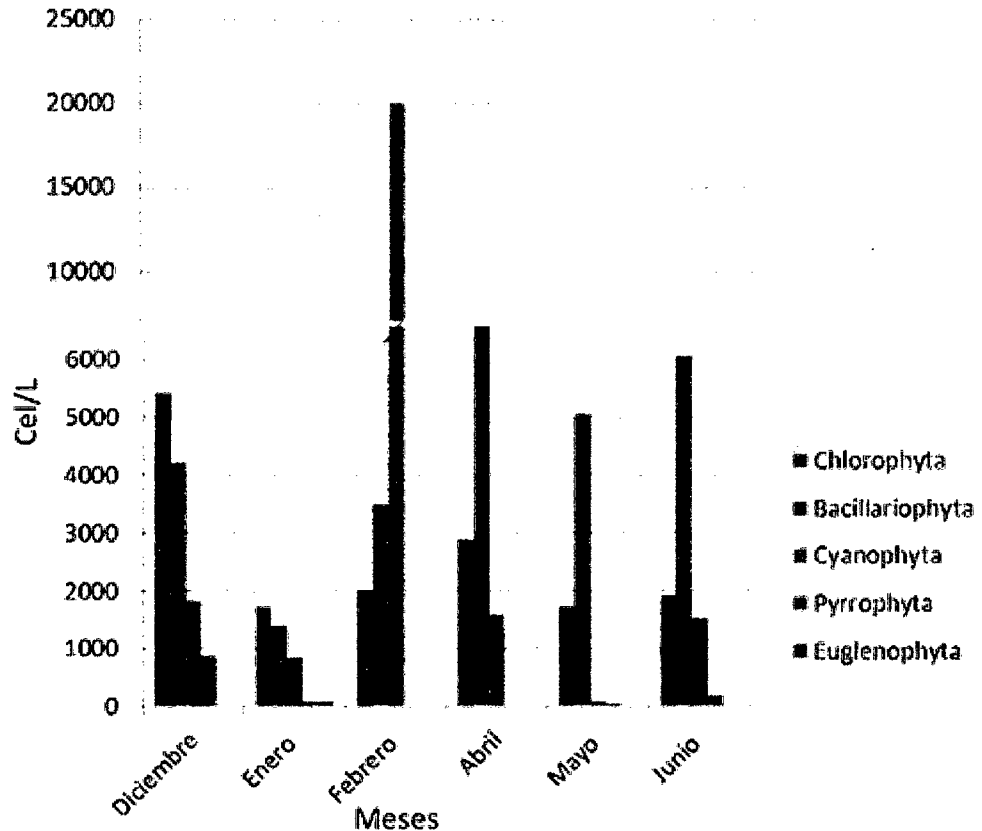


Figura 8: Densidad fitoplanctónica (cél/L) de la estación E6 Floculadores

Estación E7: Sedimentadores

En la estación E7 la mayor densidad se presentó en junio (18 680 cél/L) y la menor en febrero (1 500 cél/L).

Chlorophyta dominó en diciembre (10 040 cél/L), abril (2 880 cél/L), mayo (7 160 cél/L) y junio (11 040 cél/L).

Bacillariophyta dominó en enero (1 240 cél/L) sin embargo su mayor densidad fue en junio (6 160 cél/L).

La división Cyanophyta en diciembre (5 280 cél/L) obtuvo su máxima densidad.

La división Pyrrophyta estuvo presente en diciembre y junio mientras que

Euglenophyta solo en enero.

Cuadro 14: Densidad fitoplanctónica (cél/L) de la estación E7 Sedimentadores

Estación E7: Sedimentadores						
División /Mes	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
Chlorophyta	10 040	920	500	2 880	7 160	1 1040
Bacillariophyta	400	1 240	0	2 680	3 400	6 160
Cyanophyta	5 280	0	1 000	2080	40	1 440
Pyrrophyta	240	0	0	0	0	40
Euglenophyta	0	40	0	0	0	0
Total	15 960	2 200	1 500	7 640	10 600	18 680

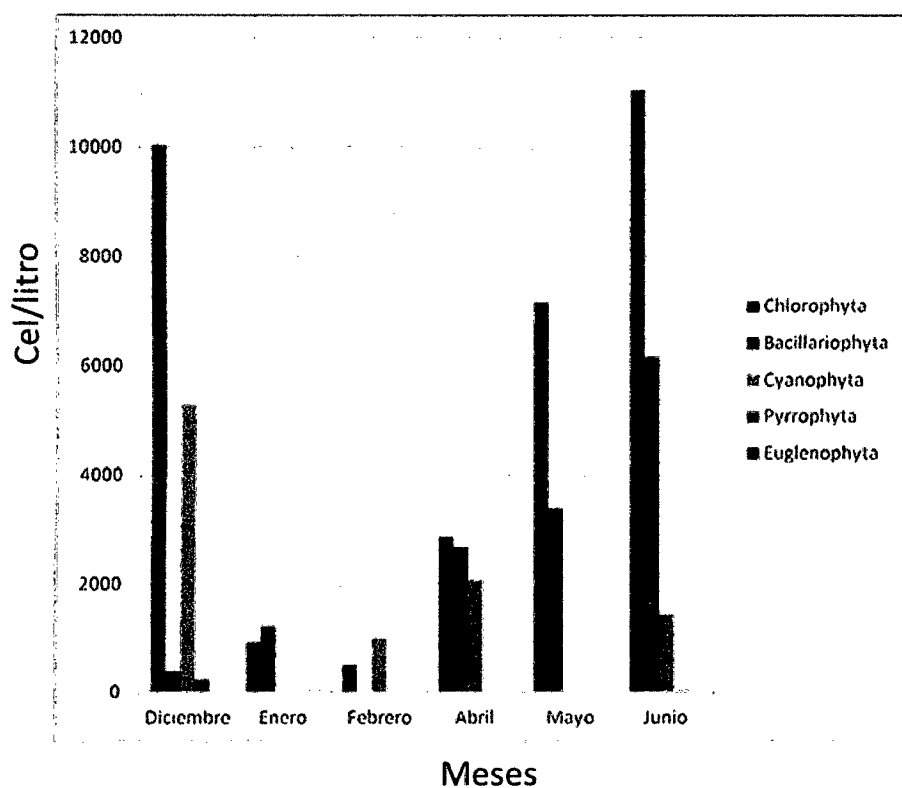


Figura 9: Densidad fitoplanctónica (cél/L) de la estación E7 Sedimentadores

Estación E8: Filtros

La mayor densidad total fue en mayo (57 8348 cél/L) mientras que la menor densidad total en febrero (1 500 cél/L) (Cuadro 15).

La división Bacillariophyta dominó en mayo con el género Achnantidium (573 028 cél/L).

En diciembre, febrero, abril, y junio dominó la división Chlorophyta siendo la especie *Tetraedron minimum* y el género Staurastrum, quienes contribuyeron a este aumento de densidad.

La división Cyanophyta presentó su máxima densidad en diciembre (6120 cél/L) y Pyrrophyta se presentó en junio (120 cél/L).

Cuadro 15: Densidad fitoplanctónica (cél/L) de la estación 8 Filtros

Estación E8: Filtros						
División/Mes	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
Chlorophyta	93 158	1 040	1 000	5 840	4 200	10 320
Bacillariophyta	480	1 360	0	3 120	57 4108	1 400
Cyanophyta	6 120	0	500	1 120	0	2 040
Pyrrophyta	0	0	0	0	0	120
Euglenophyta	0	40	0	0	40	40
Total	99 758	2 440	1 500	10 080	578 348	13 920

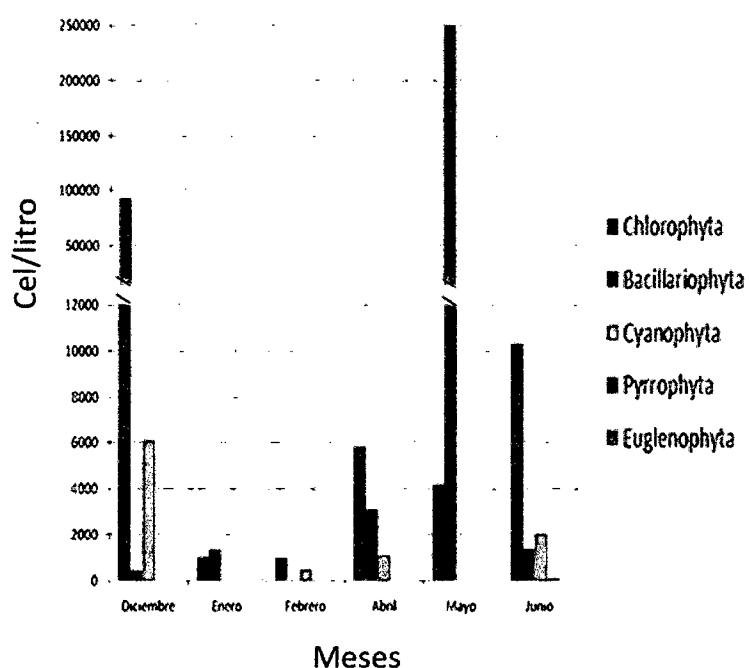


Figura 10: Densidad fitoplanctónica (cél/L) de la estación 8 Filtros

3.4 Índice de Shannon Wiener (bits/ind¹)

Los valores para este índice fueron bajos y estuvieron comprendidos entre: 0,0729 bits/ind¹ (mayo E8) y 2,648 bits/ind¹ (junio E4). Lo cual nos indica que las especies no se encuentran de una manera uniforme en los puntos de muestreo

Cuadro 16: Índice de Shannon Wiener (bits/ind¹)

ESTACIÓN/MES	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
E1	0,3415	1,276	2,39	2,47	2,33	2,526
E2	2,322	2,521	1,744	2,514	2,088	2,176
E3	2,259	2,282	1,979	2,489	1,98	2,331
E4	2,372	1,649	1,95	2,648	1,649	2,603
E5	1,876	1,57	1,94	2,619	1,888	2,059
E6	2,173	1,614	0,7565	2,154	1,83	2,026
E7	1,681	1,376	0,6365	2,153	2,286	1,813
E8	0,4528	1,517	0,6365	2,48	0,0729	1,818

3.5 Índice de Sorensen

En el gráfico se puede observar que existen tres grupos de similitud el primero corresponde a las estaciones E2 (30 km del Canal Daniel Escobar), E3 (50 km del Canal Daniel Escobar) y E4 (Captación). Otro de los grupos que se muestran es el de E5 (Mezcla Rápida) y E6 (Floculadores). El último grupo es el de las estaciones E7 (Sedimentadores) y E8 (Filtros).

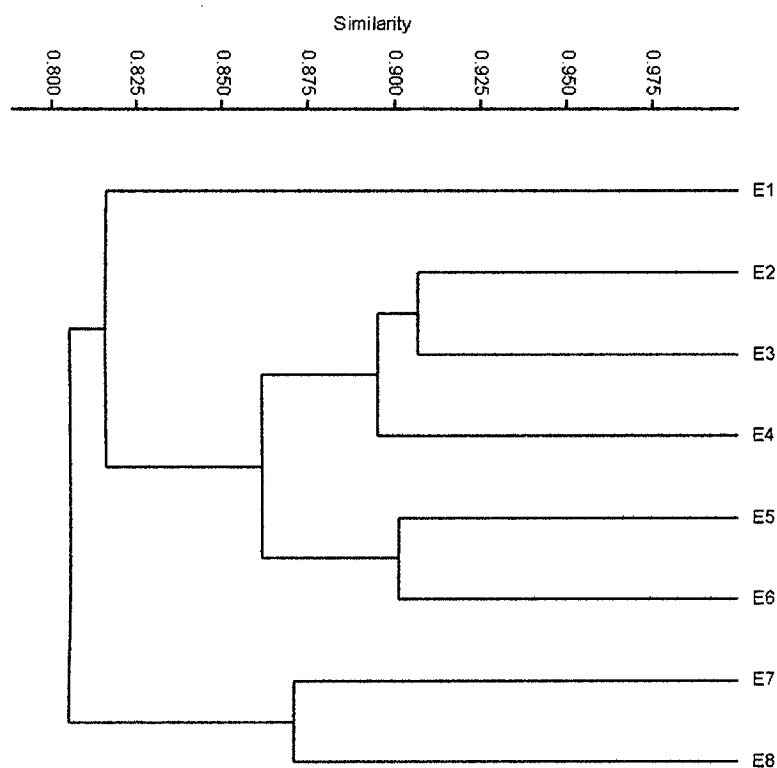


Figura 11: Representación gráfica del análisis descriptivo (clúster)

3.6 Parámetros fisicoquímicos

Para la variación espacial y temporal, los datos fueron comparados con la prueba de Kruskal-Wallis (Anova no paramétrico) $p \text{ value} > 0,05$, indica que no existen diferencias significativas

3. 6.1 Temperatura (°C)

Entre los meses de muestreo existen diferencias significativas ($p \text{ value} < 0,05$), pero no entre las estaciones ($p \text{ value} = 0,980$).

La temperatura más alta se registró en enero (28,3°C) en la estación E3 y la temperatura más baja se registró en junio (22,5°C) para la estación E1.

Cuadro 17: Variación de Temperatura en los diferentes meses y estaciones de muestreo

TEMPERATURA						
Estación/Mes	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
E1	27,8	28,1	27,9	26,5	24,3	22,5
E2	27,9	27,8	27,6	26,4	24,5	22,6
E3	27,3	28,3	27,9	26,6	25,2	22,6
E4	26,5	27,1	27,9	26,7	25,3	23,9
E5	26,2	26,9	27,7	26,6	24,7	23,9
E6	26,1	27,1	27,3	26,1	24,6	24
E7	26,2	26,9	27,1	26,6	24,5	23,9
E8	26	26,9	27,2	26,8	24,3	23,7

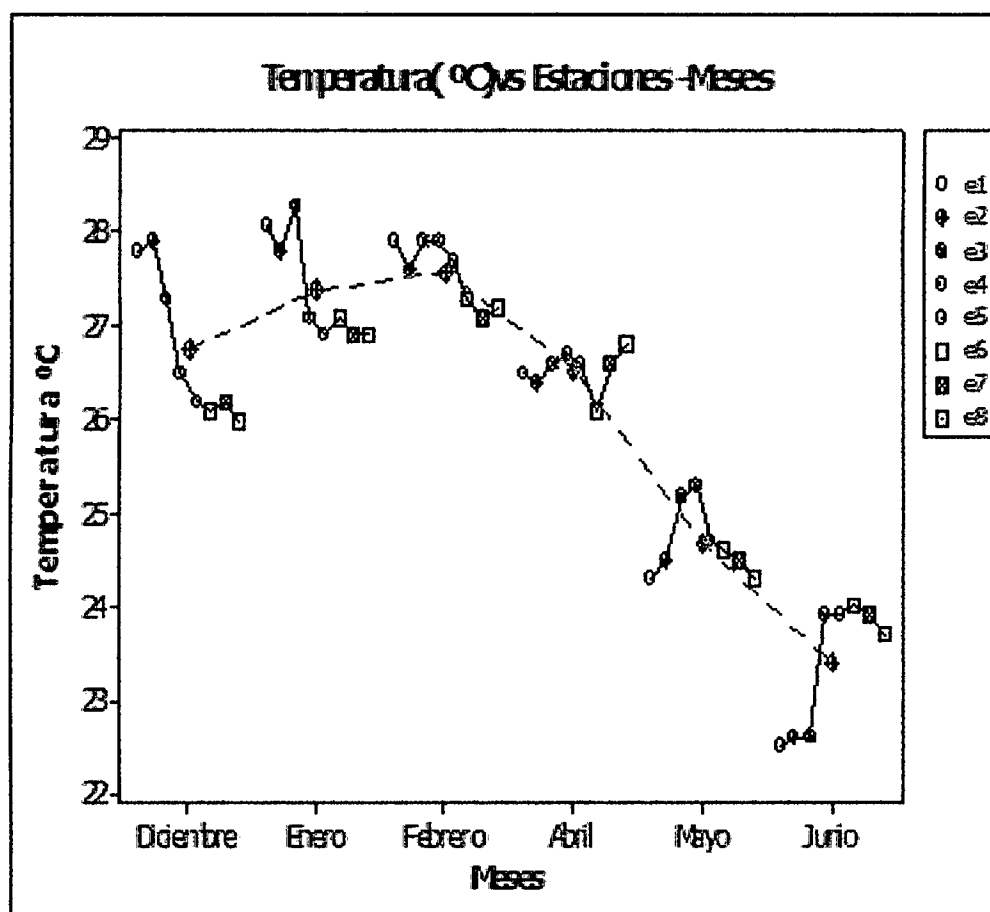


Figura 12: Variación de la temperatura en los meses y estaciones de muestreo

3.6.2. Color (Uc)

En los meses de muestreo y estaciones hubo diferencias significativas, (p value= 0,008 y 0,001). En febrero se llegó a obtener el valor máximo de 548 (Uc) en el punto E6, mientras que el valor mínimo fue (0 Uc) en las estaciones E7 y E8.

Cuadro 18: Variación de Color en los diferentes meses y estaciones de muestreo

Color (UC)						
Estaciones	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
E1	186	145	300	74	89	80
E2	184	127	313	78	103	81
E3	186	131	310	61	112	42
E4	167	162	263	116	101	35
E5	181	150	491	136	82	58
E6	89	47	548	94	76	54
E7	17	55	88	0	16	17
E8	0	12	41	0	5	9

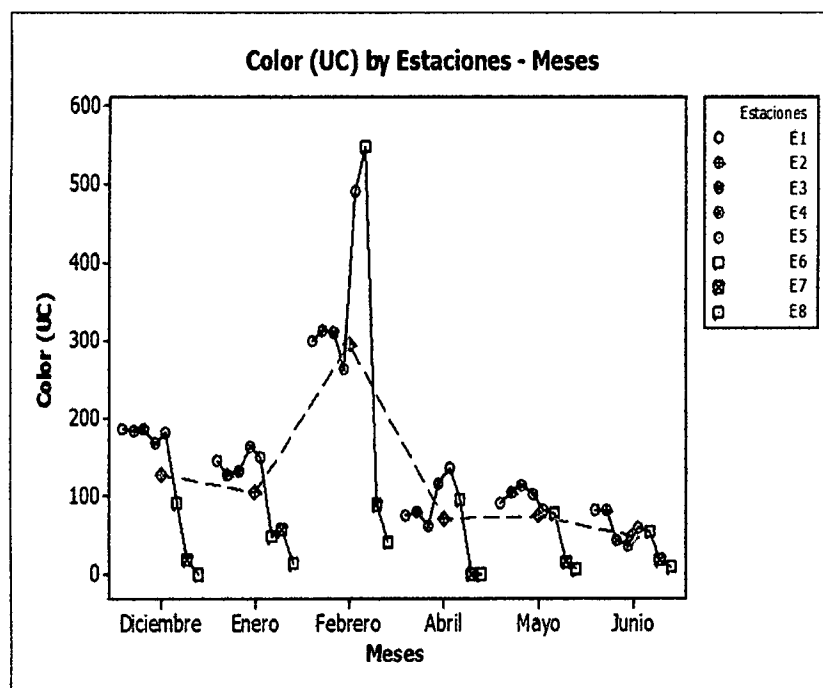


Figura 13: Variación del color en los meses y estaciones de muestreo

3.6.3 pH

Existen diferencias entre los meses de estudio y las estaciones de muestreo (p value= 0,000 y 0,013). Siendo mayo el que presentó los valores más altos 8,58 pH en la estación E5 y el mínimo valor fue de 6,92 en la estación E1 en mayo.

Cuadro 19: Variación de la Concentración de hidrogeniones (pH)

pH						
Estaciones	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
E1	7,64	7,41	7,7	7,35	6,92	7,74
E2	7,92	7,58	7,65	7,36	7,95	7,8
E3	7,78	7,66	7,65	7,37	7,21	7,20
E4	7,82	7,46	7,69	7,86	8,37	8,19
E5	7,46	6,97	7,48	7,04	8,58	7,45
E6	7,54	7,10	7,42	7,13	8,17	7,51
E7	7,62	7,22	7,48	7,22	8,05	7,5
E8	7,5	6,97	7,38	7,15	7,92	7,29

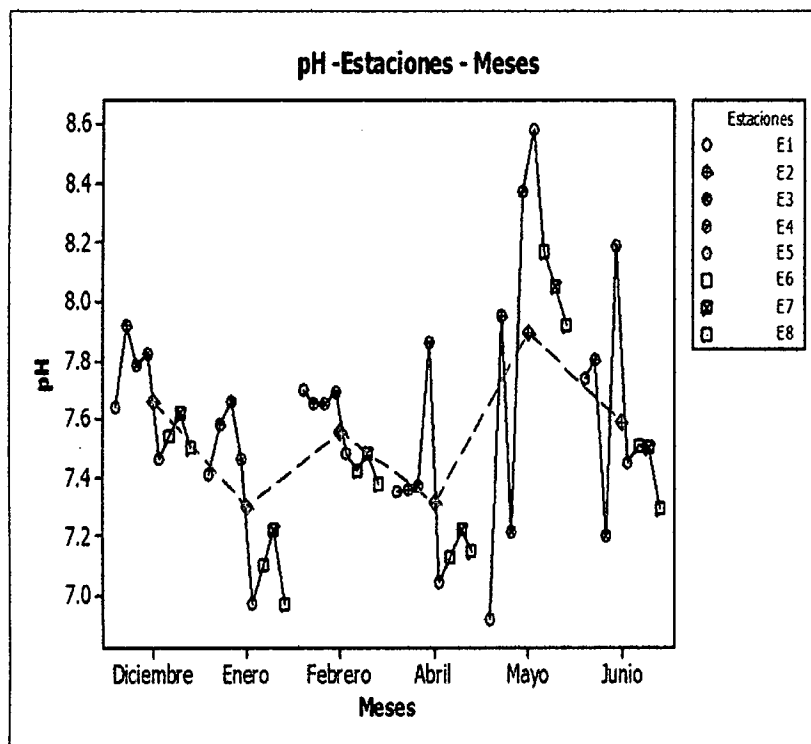


Figura 14: Variación del pH en los meses y estaciones de muestreo

3.6.4 Turbiedad (NTU)

Durante los meses y las estaciones de muestreo existieron diferencias significativas (p value = 0,039 y 0,001). En febrero se presentó el valor más alto de turbiedad (68 NTU) en la estación E3 y el valor más bajo en diciembre en la estación E8 (0,27 NTU). Las estaciones de muestreo E7 y E8 registraron durante el periodo de estudio valores bajos.

Cuadro 20: Variación de Turbiedad (NTU) en los diferentes meses y estaciones de muestreo

TURBIEDAD (NTU)						
Estaciones	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
E1	19,5	12,3	63,0	11,0	9,28	8,23
E2	19,8	12,3	66,0	10,2	9,92	7,7
E3	21,1	14	68,0	9,3	10,6	7,79
E4	16,6	11,6	52,1	17,4	10,6	8,3
E5	18,4	11,8	55,1	18,8	8,73	10,4
E6	11,4	3,67	60,2	17,5	2,37	12,8
E7	27,4	2,99	7,91	1,92	1,56	3,3
E8	0,27	0,49	0,69	2,87	0,55	3,82

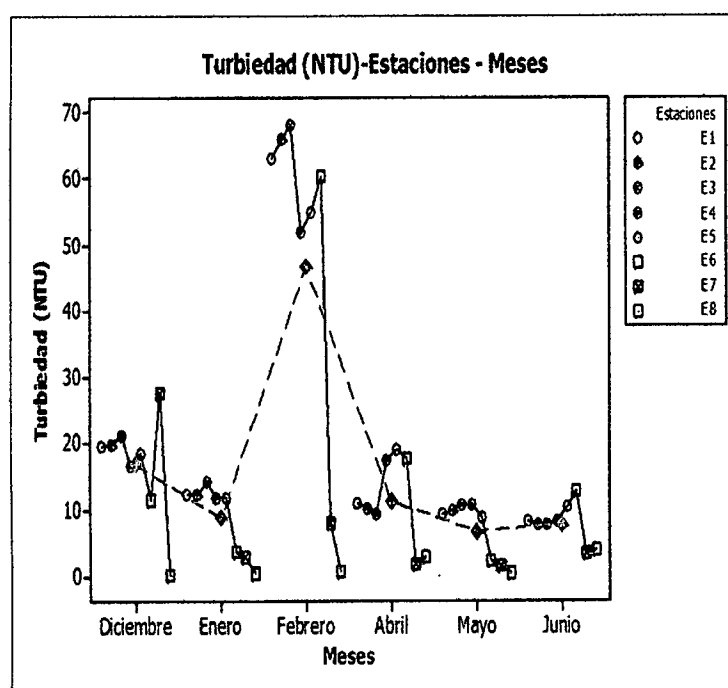


Figura 15: Variación del pH en los meses y estaciones de muestreo

3. 6.5 Conductividad (uS/cm)

Existe una diferencia temporal (p value= 0,000) más no espacial (p value= 0,775) de los valores obtenidos. En diciembre presenta el valor más alto (299 μ S/cm) en la estación E6 y el valor más bajo fue en febrero para la E4 (239 μ S/cm).

Cuadro 21: Variación de Conductividad (μ S/cm) en los diferentes meses y estaciones de muestreo

Conductividad(uS/cm)						
Estaciones	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
E1	272	265	240	280	279	264
E2	273	267	244	273	279	264
E3	275	264	242	273	278	264
E4	278	267	239	267	277	265
E5	281	271	242	276	274	285
E6	299	270	244	271	281	267
E7	283	271	243	268	282	269
E8	286	274	243	274	281	273

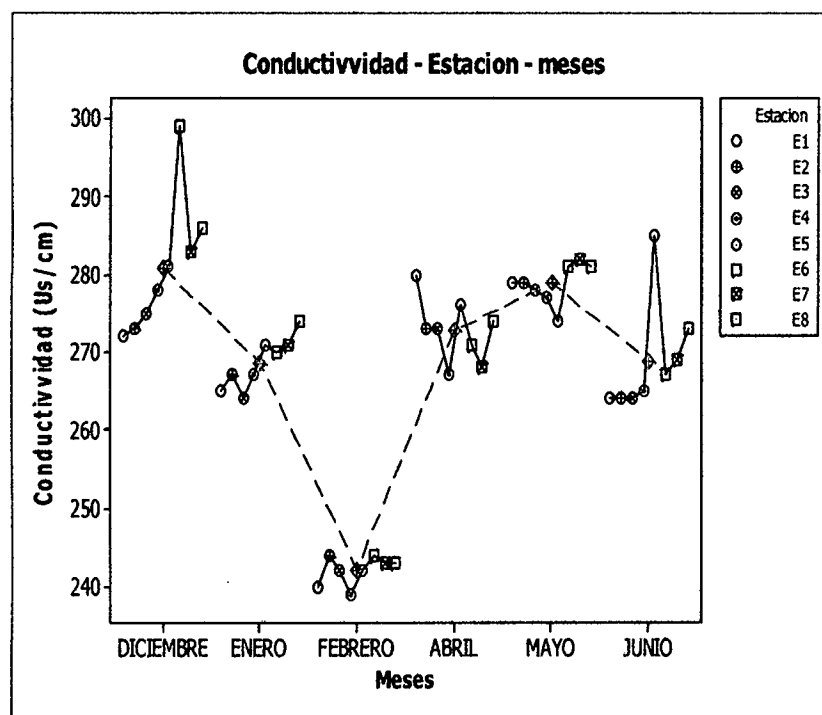


Figura 16: Variación de la conductividad en los meses y estaciones de muestreo

3.6.6 Nitratos (mg/L)

Existe una diferencia temporal (p value= 0,000) más no espacial (p value= 0,775) de los valores obtenidos. El valor más alto fue (7,53 mg/L) en abril para la estación E4 y el más bajo fue (1,1mg/L) para las estaciones E7 y E8 en diciembre y febrero.

Cuadro 22: Variación de nitratos (mg/L) entre los meses y estaciones de muestreo

NITRATOS (mg/L)						
Estaciones	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
E1	1,77	2,16	5,16	6,64	4,7	4,3
E2	2,66	2,65	5,12	6,19	3,6	3,8
E3	1,77	2,56	4,98	6,54	5,9	4,4
E4	1,46	2,84	4,76	7,53	6,7	2
E5	1,81	1,45	1,6	6,19	6,8	1,3
E6	1,76	1,14	1,5	5,76	6,8	2,6
E7	1,10	1,16	1,10	6,3	5,8	3,4
E8	1,10	1,14	1,10	5,76	5,6	3,6

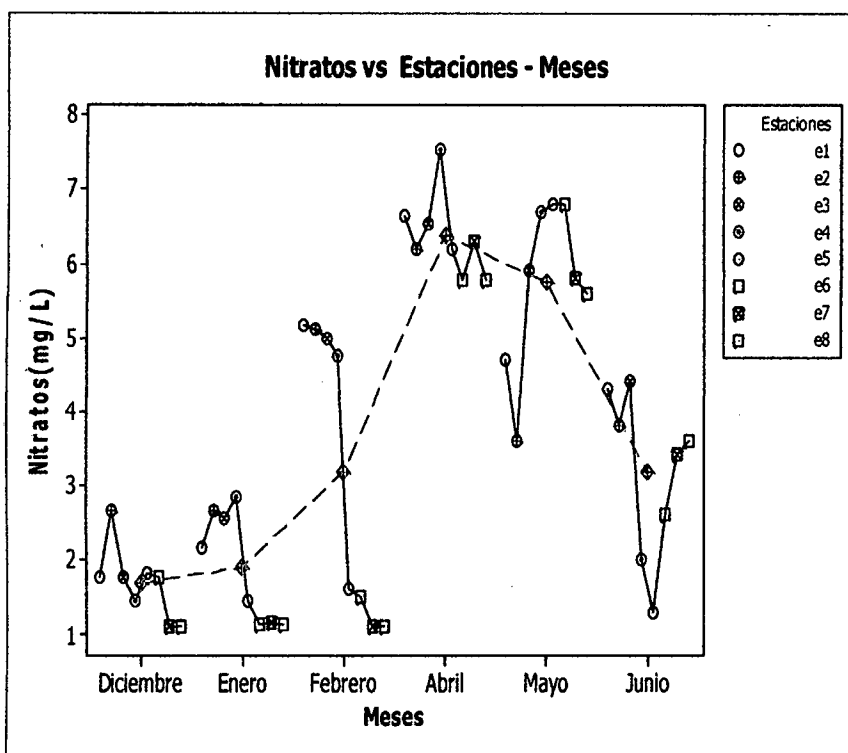


Figura 17: Variación de los nitratos (mg/L) en los meses y estaciones de muestreo

3. 6.7 Fosfatos (mg/L)

Se dio una variación significativa entre las estaciones (p value= 0,000) pero no entre los meses de muestreo (p value= 0,436). El máximo valor fue (5,25 mg/l) para enero en la estación E4 y el menor valor (1,04 mg/L) se presentó para la estación E8 en abril.

Cuadro 23 Variación de Fosfatos (mg/L) entre los meses y estaciones de muestreo

FOSFATOS(mg/L)						
Estaciones	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
E1	5,18	5,13	4,21	4,06	4,03	3,54
E2	4,98	5,17	4,18	3,98	4,12	3,62
E3	5,08	5,19	4,2	4,12	4,25	3,56
E4	5,2	5,25	4,23	4,01	4,25	3,49
E5	2,15	2,2	1,26	4,03	4,2	3,61
E6	1,13	1,06	1,34	1,06	4,14	3,15
E7	1,09	1,08	1,28	1,1	3,94	2,25
E8	1,11	1,07	1,23	1,04	3,98	2,23

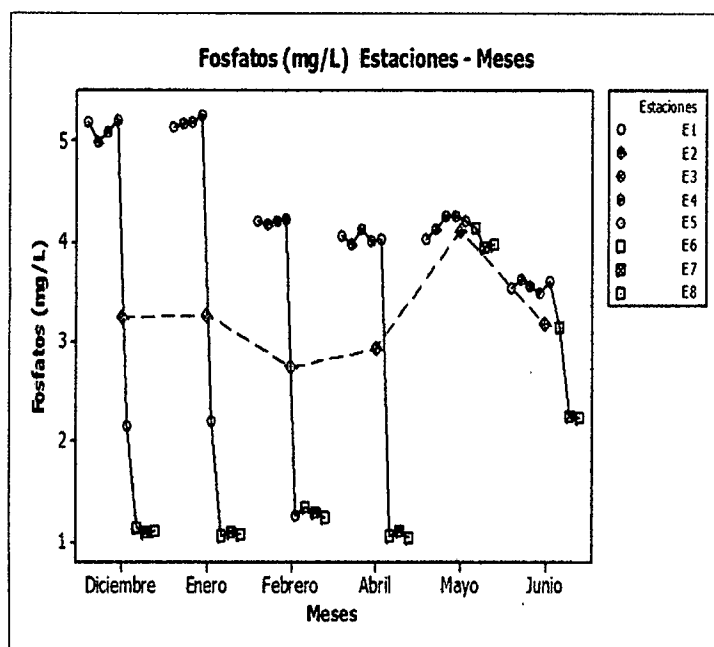


Figura 18: Variación de los fosfatos (mg/L) en los diferentes meses y estaciones de muestreo

3.7 Correlación entre parámetros físicos, químicos y biológicos

En la tabla se observa que existe una correlación (p value <0,05) entre la densidad total, pH y fosfatos. La división Chlorophyta y los fosfatos. La división Bacillariophyta con pH, nitratos y fosfatos. La división Cyanophyta con turbiedad y color. La división Pyrrophyta con turbiedad, color, fosfatos (Cuadro 24).

Cuadro 24: Correlación entre parámetros fisicoquímicos y datos biológicos (número de especies, densidad) p value (<0,05) en negrita.

	Densidad total	Chlorophyta	Bacillariophyta	Cyanophyta	Pyrrophyta	Euglenophyta
	p value	p value	p value	p value	p value	p value
Temperatura °C	0,827	0,999	0,0522	0,0909	0,0936	0,5697
Conductividad(uS/cm)	0,219	0,096	0,618	0,238	0,079	0,234
Turbiedad(NTU)	0,144	0,1647	0,6636	0,0012	< 0,00001	0,3681
Color (UC)	0,084	0,382	0,439	0,0135	< 0,00001	0,7951
pH	0,037	0,6676	0,0428	0,96762	0,0506	0,6913
Nitratos(mg/L)	0,076	0,1459	0,0005	0,653	0,5268	0,7933
Fosfatos(mg/L)	< 0,00001	0,0004	0,0027	0,141	< 0,00001	0,1149

IV.- DISCUSIÓN

En el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy existen representantes de cinco divisiones algales, la división Chlorophyta fue quien aportó la mayor cantidad de especies (24), resultados similares se obtuvieron en el embalse Gurí, en el cual las algas verdes fueron las más diversas ocupando el 58% de las especies encontradas (Villarubia y Riehl, 2001) y en el embalse el Lagartijo, donde 34 especies de las 67 reportadas, pertenecieron a la división Chlorophyta (Gonzales et al., 1999).

Luque (1999) indica que largos periodos de luz y temperaturas relativamente altas favorecen el crecimiento de especies de la división Chlorophyta, en la zona de estudio la temperatura estuvo en un rango de 22,5 °C a 28,3°C, favoreciendo como indica el autor al crecimiento de esta división.

Las diatomeas (División Bacillariophyta) están distribuidas en dos órdenes; Centrales y Pennales, las céntricas en su mayoría marinas y las pennadas de gran presencia en aguas continentales (Montoya et al., 1993; Fernández, 1994 y 1999; Acleto y Zuñiga, 1998). De las 16 Bacillariophyta encontradas 12 pertenecen al orden pennales, predominando sobre las centrales con cuatro especies. Fernández (1999) indica que las especies *Aulacoseira granulata*, *Synedra ulna* son especies de agua dulce muy comunes en la costa, en la zona de estudio estas especies fueron consideradas frecuentes por su presencia continua en el periodo evaluado.

Las especies de Cyanophyta están presentes en hábitats diversos del mundo, marinos y de agua dulce, planctónicos o bentónicos (Komarek, 2011). Hay alrededor de 150 géneros conocidos de cianobacterias de los cuales 40 son considerados tóxicos (Jones y Sauter, 2005). En el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy la división Cyanophyta estuvo representada por las especies *Geitlerinema unigranulatum*, *Cylindrospermopsis raciborskii* y los géneros *Merismopedia*, *Chroococcus*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*.

Las algas verdeazules (división Cyanophyta) se desarrollan mejor en medios alcalinos (Ramírez, 2000). En la zona de estudio se presentó una ligera alcalinidad, puesto que los valores de pH llegaron a 8.58, permitiendo el crecimiento de especies de esta división.

La división Euglenophyta tiene especies planctónicas, cosmopolitas que prefieren aguas con elevados contenidos de materia orgánica. La mayoría son de agua continental (Cadima *et al.*, 2005). En la zona de estudio esta división estuvo conformada por tres géneros *Euglena*, *Trachelomonas* y *Strombomonas*, cuyas frecuencias fueron bajas durante el periodo de estudio, por lo cual se puede considerar que el contenido de materia orgánica es bajo.

Boltovskoy (1999) menciona que los dinoflagelados son menos frecuentes y menos diversos en aguas dulces que en los océanos y su presencia en cuerpos de agua continental puede ser permanente o esporádica, la gran mayoría son formas planctónicas que se incluyen dentro del Orden Peridiniales, Familia Peridiniaceae. Los dinoflagelados estuvieron representados por las especies *Peridiniopsis cunningtoni* y *P. elpatiewsky*, siendo el primero frecuente para la zona de estudio.

Las algas presentan adaptaciones morfológicas para su desarrollo por ejemplo las algas bentónicas presentan detalles tales como el rizin, para la fijación (Cadima *et al.*, 2005); otras forman matas membranosas, lisas que cubren el sustrato, en las estaciones de muestreo se observó presencia de matas formadas por la especie filamentosa *Geitlerinema unigranulatum* y el género *Mougeotia*.

La división Bacillariophyta presenta diversos tipos de adaptaciones como la presencia de pedúnculos observado en *Gomphonema parvulum*, también los géneros *Navicula* y *Synedra*, se encontraron en colonias de tubos gelatinosos. Round (1990) y Fernández (1999) nos indican que las diatomeas desarrollan este tipo de mecanismos de sostén o anclaje.

Fernández (1999) y Jhon *et al.* (2002) nos indica que en zonas donde la velocidad de la corriente es reducida, las formas bénticas y epífitas frecuentemente forman parte del plancton cuando se han desprendido de su hábitat, en la zona de estudio el número de especies planctónicas fue mayor que las bentónicas, la presencia de especies bentónicas, puede atribuirse a lo descrito por los autores.

En lo que respecta a las densidades hubo diferencias significativas en las estaciones (p value =0,001) (Anexo). Puesto que se observan picos de densidades tales como los de la estación E1 en diciembre con el género *Mougeotia*, John *et al.* (2002) y Luque (1999) indican que temperaturas relativamente altas, como las reportadas para la zona de muestreo (22,5°C a 28,3 °C), favorecen el desarrollo de especies filamentosas de la división Chlorophyta, como *Mougeotia*.

El segundo pico fue en enero con el género *Peridiniopsis* (74 410 cél/L). Smayda (1997) señala que estos dinoflagelados prefieren masas de agua calmada y con pocos nutrientes. Para el presente estudio se reportaron valores bajos de nutrientes comprendidos entre 1,04 mg/L y 5,25 mg/l para los fosfatos y 1,1mg/L y 7,53mg/L para los nitratos.

Las estaciones E2, E3, E4 presentaron su mayor densidad algal en mayo con el género *Synedra*, se observó para este mes una ligera disminución de la temperatura, aumento de nutrientes (fosfatos y nitratos) que añadido a las características de la zona de estudio (poca profundidad y reducida velocidad de corriente) favorecieron el desarrollo de este género.

En lo que respecta a las estaciones de la PTAP Curumuy las variaciones se debieron al uso de sulfato de cobre (CuSO_4) (Vargas, 2008) para el control de la densidad fitoplanctónica, por lo tanto se debería encontrar una disminución progresiva del fitoplancton en dichas estaciones, sin embargo en diciembre, abril y mayo, la estación E8 (Filtros) presenta altas densidades, esto puede atribuirse a una falta de control en los procesos o de limpieza.

El índice de Shannon Wiener, asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están presentadas en la muestra (Moreno, 2001). Margalef

(1986) señala que los valores máximos de diversidad raramente rebasan los 5 bits/ind^l. Los valores reportados por este estudio, estuvieron comprendidos entre 0,0729 a 2,60, bits/ind^l lo cuales son bajos y son adjudicados a un predominio de pocas especies, correspondientes en su mayoría a las divisiones Chlorophyta y Bacillariophyta.

En el embalse Salto Grande, Argentina también se reportaron valores bajos, siendo el valor promedio 2,98 bit /ind⁻¹ (De León y Chalar, 2003).

Para medir la diversidad Beta, se usó el índice de similaridad de Sorensen (cualitativo). De las 8 estaciones muestreadas se obtuvieron 3 grupos de similaridad. El primero corresponde a las estaciones E2 (30 km del Canal Daniel Escobar) E3 (50 km del Canal Daniel Escobar) y E4 (Captación). Otro de los grupos que se muestran es el de E5 (Mezcla Rápida) y E6 (Floculadores). El último grupo es el de las estaciones E7 (Sedimentadores) y E8 (Filtros). Las estaciones con mayor similaridad fueron E2 y E3, las cuales presentan condiciones fisicoquímicas parecidas y el desarrollo de las mismas especies. Mientras que las estaciones más disimiles fueron E1 y E7 con 0, 74, esto se debe a la lejanía de las estaciones y el uso de químicos como el sulfato de cobre para la eliminación de fitoplancton.

Sin embargo, los valores obtenidos con este índice son mayores de 0,5; lo cual nos indica que no existe una variación significativa en la composición de especies y las estaciones muestreadas pueden considerarse símiles.

Las especies *Scenedesmus cf. arcuatus*, *Scenedesmus dimorphus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Pediastrum simplex*, *Tetraedron minimum*, *Aulacoseira granulata*, *Synedra ulna*, *Gomphonema parvulum*, *Geitlerinema unigranulatum*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, se encuentran en todas las estaciones de muestreo, por lo cual son representativas de la zona de estudio

Las variaciones de temperatura en una zona determinada dependen de la época del año. Por ejemplo las temperaturas reportadas en el presente estudio durante verano

(diciembre, enero, febrero) son mayores que en mayo y junio (otoño). Sin embargo, el análisis estadístico nos revela que no es una variación significativa.

Lowe, 1974 en Cadima *et al.*, 2005; clasifica a las algas en términos de oligotermas (algas con un mayor desarrollo en aguas frías de 0 a 15 °C); mesotermas (algas con mejor desarrollo en aguas templadas 15°C a 30°C) y eutermas (algas mejor representadas en aguas tibias, mayor a 30° C). Siguiendo esta clasificación podemos decir que las algas que se reportan en el presente estudio son mesotermas puesto que la temperatura estuvo comprendida en un rango de 22,5 a 28,5 °C.

De Nicola (1996) indica que las distintas divisiones de algas se desarrollan dependiendo al rango de temperatura , las diatomeas crecen en rangos de 5°C a 20°C, las algas verdes y pardas entre 15°C y 30°C y las cianobacterias a 30°C, por lo expuesto deberíamos esperar que las algas verdes presenten no solo la mayor riqueza de especie, sino también las mayores densidades, sin embargo en algunos meses la división Bacillariophyta fue dominante, pues la temperatura solo podrá ser limitante en zonas profundas de lagos y embalses (donde no llega) y ríos muy sombreados pero no en zonas donde se dispone de más o menos la misma cantidad de luz a lo largo del año (Roldan y Ramírez, 2002).

Fernández (1999) clasifica a las algas en: acidobiontico (se desarrollan en pH menor a 7 y es óptimo a 5,5); acidófilo (desarrollo óptimo en agua con pH cercano o menor a 7); circumneutro (desarrollo óptimo en pH 7 o cercano, la mayoría de Chlorophyta y Bacillariophyta); indiferentes (rangos amplios de pH); alcalófilos en pH alrededor de 7, con mayor desarrollo encima de 7 y alcabióntico (pH ligeramente mayor a 7, especies de la división Cyanophyta).

Los valores de pH obtenidos en el presente estudio estuvieron comprendidos entre 6,97 y 8,58, es decir que las especies encontradas son circumneutras. Las divisiones Chlorophyta y Bacillariophyta, fueron las que presentaron las mayores densidades en el presente estudio, por ello en el análisis de Spearman, se dio correlación con la densidad total y la división Bacillariophyta.

La turbiedad está relacionada con las partículas disueltas en el agua, estas partículas sólidas bloquean la luz solar y evitan que las algas produzcan fotosíntesis, provocando disminución de la densidad algal (Acosta *et al*, 2005). En Febrero se registraron lluvias en la zona, por lo cual se obtuvieron valores altos de turbiedad, llegando a (68 NTU) en la estación E1, se registró también la densidad total más baja (1500 cél/L) para las estaciones E7 y E8. A pesar de ello, no se encontró una correlación entre la turbiedad y la densidad total.

La conductividad eléctrica es la capacidad del agua para transportar la corriente eléctrica, esta capacidad depende de los iones presentes en el agua, en aguas continentales, los iones que son directamente responsables de los valores de la conductividad son el calcio, el magnesio, el potasio, el sodio, los carbonatos, los sulfatos y los cloratos (Chamorro y Vega, 2003). La conductividad presentó valores comprendidos entre 239 y 299 uS/cm, las estaciones de la PTAP presentan valores más altos que las estaciones del Canal Daniel Escobar, puede deberse a la adherencia de sulfatos en el tratamiento.

No todas las formas de nitrógeno y fósforo que se encuentran en la superficie del agua están disponibles para el crecimiento de las algas, solo el nitrógeno en forma de nitrato y amonio, constituyen la principal fuente de Nitrógeno en aguas continentales. El fósforo se encuentra en aguas naturales y residuales, casi exclusivamente como fosfatos, bajo las formas de ortofosfatos, fosfatos condensados y fosfatos orgánicos (Follet, 2001 en De la Parra y Rodelo, 2011).

Los valores de nutrientes obtenidos, en el presente estudio estuvieron comprendidos entre 1,1 a 7,53 mg/L para los nitratos y 1,04 a 5,25 mg/L para los fosfatos. Vargas (2008) expresa que en las plantas de tratamiento se debe limitar el ingreso de nitratos y fosfatos. Jorgensen y Vollenweider, 1988 en Morales y Chávez, 2010 indican que el sulfato de aluminio remueve el fosforo por precipitación química, en la estación E5 se agrega sulfato de aluminio por lo cual el resto de estaciones presenta valores bajos de fosfatos.

Henry e Tundís (1982) en Ramírez y Gonzales (2012) afirman que cuando los balances de los principales nutrientes son cuidadosamente manipulados en un ambiente confinado, los resultados obtenidos darán una visión clara sobre el papel que cada nutriente desempeña sobre los organismos presentes en el ambiente manipulado. Algunos estudios demuestran que el fósforo es el factor limitante para el crecimiento de las algas, mientras que otros han demostrado que el principal limitante es el nitrógeno (De la Parra y Rodelo, 2011).

Pero la existencia y prosperidad de los organismos depende del carácter completo de un conjunto de condiciones tales como nutrientes, luz, temperatura, pH, alcalinidad, entre muchos otros (Ramírez y Gonzales, 2012), por lo cual se realizó una correlación de Spearman entre las variables físico químicas analizadas y las densidades de las diferentes divisiones algales, se encontró correlación entre las Bacillariophyta con los nitratos ($p=0,0005$) y fosfatos ($p=0,0027$) la división Pyrrophyta con fosfatos ($p<0,0001$).

V.- CONCLUSIONES

Se determinaron 53 especies, 43 géneros, 30 familias, 16 órdenes y 5 divisiones de fitoplancton. La división Chlorophyta tuvo el mayor número de especies (24), seguido de Bacillariophyta (16), Cyanophyta (8), Euglenophyta (3) y Pyrrophyta (2).

La mayor densidad total se presentó en mayo en la estación E8 y la menor densidad total en febrero en las estaciones E7 y E8

Los valores para el Índice de Shannon Wiener fueron bajos y estuvieron comprendidos entre: 0,0729 (mayo, E8) y 2,603 (junio E4). Las estaciones presentan una similaridad de especies, pues los valores del índice de Sorensen son mayores al 0,5.

V.- RECOMENDACIONES

Realizar un monitoreo anual, para ver las variaciones estacionales de la composición y densidad algal en el Canal Daniel Escobar y la Planta de Tratamiento de Agua Potable Curumuy

VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta, N, Consuegra, F, y Díaz, Y, 2005. Composición de la comunidad fitoplanctónica y su relación con los parámetros físicos, químicos y fisicoquímicos en el embalse del Guájiro Atlántico-Colombia, Trabajo de grado. Universidad del Atlántico,
- Acleto, C y Zuñiga R 1998. Introducción a las Algas. Editorial Escuela Nueva Universidad Mayor de San Marcos. Lima-Perú
- Adrianzen, M, 2012. Sullana y sus atractivos, Edición “Cultura y Pueblo”.
Disponible en: <http://sullanaturistica.pe,tripod.com/rprspoechos,htm>
- Alveal, K; Ferrario, M; Oliveira, E y Sar, E, 1995. Manual de métodos Ficológicos. Editorial Universidad de Concepción de Chile
- APHA.2012. Standard Methods for the examination of water and wastewater.22nd Edit
- Astocondor, M, 2000. Composición y Estructura de la Comunidad Fitoplanctónica en la Laguna Tranca Grande Junín, Perú, Rev, Per, Biol, / N°2. Recuperado URL:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/brevistas/biología/v08_n2/compo_estruc,html.
- Boltovskoy, A, 1999. Contribución al conocimiento de dinoflagelados de la República Argentina .Tesis N° 716 de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Plata Univ, Nac, La Plata
- Bonilla, S, 2009. Cianobacterias planctónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de gestión, Documento técnico Programa Hidrológicos Internacional N°16, UNESCO, Montevideo
- Cadima, M; Fernández E y López, E 2005. Algas de Bolivia con énfasis en el Fitoplancton. Importancia, ecología, aplicaciones y distribución de géneros. Editorial Centro de Ecología Difusión Simón I Patiño. Santa Cruz de la Sierra Bolivia.

- Chacón, G. 1972. Estudio limnológico de las aguas minero medicinal del Balneario de Chilca. Tesis para optar el título de doctor en Ciencias Biológicas Universidad Mayor de San Marcos
- Chamorro, E y Vega, F. 2003. Guía para el muestreo de la calidad del agua, SENAMHI
- Confederación Hidrográfica del EBRO. 2009 UTE RED BIOLÓGICA EBRO. Diseño y explotación de la red de control biológico en ríos y embalses en la aplicación de la directiva del agua en la cuenca hidrológica del EBRO.
- De León, L y Chalar, G. 2003. Abundancia y diversidad del fitoplancton en el Embalse de Salto Grande (Argentina - Uruguay): ciclo estacional y distribución espacial, *Limnetica*, vol, 22, no, 1-2, p, 103-113
- De la Parra, A y Rodelo, K. 2011. Composición y Abundancia de la comunidad de algas perifíticas del Río César asociado a variables fisicoquímicas e hidrológicas durante los meses de Febrero-Septiembre del año 2011. César, Colombia, Universidad Proyecto de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Biólogo, Universidad del Atlántico, Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología, Barranquilla.
- De Nicola, J. 1996. Ecología de dos ecosistemas acuáticos de páramo. Bogotá, Colombia: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Fernández, A. 1973. Manual Práctico Ilustrado de Botánica Criptogámica, Universidad Nacional de Trujillo- Perú.
- Fernández, A. 1994. Fitoplancton Pacífico, Tropical –Templado, Dpto, de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo-Perú
- Fernández, A. 1999. Manual de las Diatomeas Peruanas, Publicaciones del Thortus Botanius Truxillense. Dpto. de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo Perú
- Follet, R. 2001. Nitrogentransformation and transportprocesses, ElsevierScience, 17-44,
- Google Eart, 2014, Recuperado de www.earth.google.com
- Gonzáles, A, Morales, E, 2000. Composición, Abundancia y Diversidad del fitoplancton y su relación con las condiciones físico-químicas de la Laguna “Las Tabletas” Isla de Toas, Estado de Zulia, Venezuela.

- Gonzales, E; Ortaz, M; Peñaherrera, C; Montes, M; Mendoza, J. 1999. Fitoplancton de cinco embalses de Venezuela con diferentes estados tróficos. Universidad Central de Venezuela. Instituto de Biología Experimental. Recuperado
http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne22/L22a015_Fitoplancton_embalses_venezuela.pdf
- Gonzales, E; Ortaz, M, Penaherrera, C; Matos, M. 2004. Fitoplancton de un embalse tropical hipereutrofico (Pao Cachimbe, Venezuela): Abundancia, biomasa y producción primaria INCI [online], 2004, vol. 29, n. 10
 Disponible:
http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442004001000002&lng=es&nrm=iso, ISSN 0378-1844.htm
- Guillen, G; Morales, E y Severino, R, 2003. Adiciones a la fauna de Protozoarias de los Pantanos de Villa, Lima_Perú
- Henry, R y Tundisi, J. 1982. Efeitos de enriquecimento artificial por nitrato e fosfato no crescimento da comunidade fitoplanctónica da represa de Lobo (Broa, Brotas-Itirapina, SP.). Ciencia e Cultura 4: 518-524.
- John, D; Whitton, B y Brook, A. 2002. The freshwater algal flora of the British Isles, Cambridge University Press.
- Jones, W y Sauter, S. 2005. Distribution and abundance of *Cylindrospermopsis raciborskii* in Indiana lakes and reservoirs, School of Public and Environmental Affairs, Indiana University.
- Jorgensen, S y Vollenweider, R. 1988. Guidelines of Lakes Management: Principles of Lake Management, International Environment Lake Committee, United Nations Environment. Programme, p191-98.
- Krebs, Ch. 1985. Ecología, Estudio de la Distribución y la Abundancia 2º Ed Editorial Harla México.
- Komárek, J y Anagnostidis, K. 1999. Cyanoprokaryota,1: Chroococcales In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Begründet von A. Pascher, Band 19/1*, (Ettl, H, Gärtner, G, Heynig, H, &Mollenhauer, D, Eds), pp, 1-548, Heidelberg & Berlin: Spektrum, AkademischerVerlag

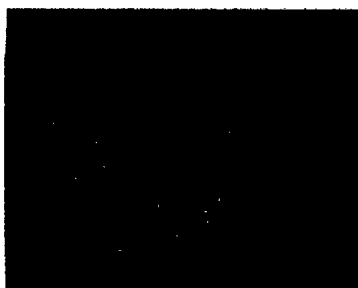
- Komárek, J y Azevedo, M. 2000. *Geitlerinema unigranulatum*, a common tropical cyanoprokaryote from freshwater reservoirs in Brazil, *Algological Studies* 99: 39-52
- Komárek, J. 2011. Flora del Valle de Tehuacán y Culcatlán, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
- Luque, M. 1999. Comunidad Algal fitoplanctónica y Epilítica del río Piedra Blanca (Cordoba, Argentina). Tesis de Magister of Science en Ecología Acuática Continental Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/scieloOrg>.
- Margalef, R. 1983. Limnología, Ediciones Omega, S.A. Barcelona
- Margalef, R. 1986. Ecología, Ediciones Omega, S.A. Barcelona
- Meichtry de Zaburlín N, Vogler R, Llano, V, Mabel, M. 2013. Fitoplancton del embalse Yacyretá (Argentina-Paraguay) a una década de su llenado. *Rev. Mex.*
Disponible
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S187034532013000100014&lng=es, <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.26831>
- Montoya, H. 1998. La diversidad de las algas y sus roles en el ecosistema, En los pantanos de Villa, *Biología y Conservación*, Asunción, Caro, Kenneth, R, Young, Editores, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Museo de Historia Natural.
- Montoya, H. 2004. Flora y ecología algal del ecosistema lagunar Puerto Viejo departamento de Lima: Cyanophyta, Euglenophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta, Rhodophyta, Tesis doctoral Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Montoya, H y Acosta, P.1987. Algas del Río Chillón con exclusión de las diatomeas *Boletín de Lima _Perú*
- Montoya, H y Benavente, M. 1993. Microalgas alto andinas de la localidad de Raura, Lima, *Rev, Arnaldo*, Vol, I /N°4/23/72
- Montoya, H; Villanueva, I; Aguilar, C; Benavente, M. 1995. Biodiversidad algal de las lagunas costeras de la región central del Perú, *Biotiempo*,

- Morales, B y Chávez, G. 2010. Estimación de la carga de nutrientes procedentes de la cuenca de drenaje superficial del Río Tepenaquasapa, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), Revista Científica, Vol, 23 N° pp, 18
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA, Editorial Sociedad Entomológica Aragonesa, Madrid España
- Moreno, J. 2000. Fitoplancton, Organismos indicadores de calidad de agua y de la contaminación, SEMARNAP, CNA, UNAM, Inst, Biol, UNAM, Plaza y Valdez.
- Moreno, J. 2003. Fitoplancton en de la Lanza-Espino, Hernández-Pulido, Editorial Manual de la recolecta, el manejo y las observaciones de campo para bioindicadores de la calidad del agua, México.
- Moreno, J; Tapia, M; Gonzales, M y Figueroa, M. 2008. Fitoplancton del río Tehuantepec, Oaxaca, México y algunas relaciones biogeográficas, *Rev, Biol, trop* [online], 2008, vol, 56, n, 1, pp, 27-54, ISSN 0034-7744
- Moreno, R. 2003. Comunidades hidrobiológicas en los humedales de Ventanilla Callao. Tesis para optar el título profesional de licenciado en Ciencias Biológicas Universidad Nacional Federico Villareal.
- Morrón, S. 1976. Diatomeas de la Laguna de Villa, Lima, Tesis de Bachiller en Ciencias Biológicas Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Ortega, M; Godínez, G; Graduño M; Oliva, G. 1995. Ficología de México. Algas Continentales, México, D, F
- Prescott, W. 1964. The Fresh-water algae, WM, C, Brown Company Publisher Dubuque Iowa-EEUU
- Proyecto Catamayo-Chira-Piura. 2007. Valoración Ecológica de los cuerpos de agua de la subcuenca del río Quiroz.
- Ramírez, J. 2000. Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios. Medellín. Universidad de Antioquia. Recuperado de: <http://recursosbiologicos.eia.edu.co/ecología/estudiantes/cianobacterias.htm>.
- Ramírez, R. 2008. Manual de Operación y Mantenimiento Subsistema de Producción de Aguas Superficiales para Piura y Castilla, Consorcio de Aguas Curumuy.

- Ramírez, R, Gonzáles, B, Guitiérrez, V, León, F. 2012. Establecimiento del nutriente limitante con base en los cambios de la estructura del ensamblaje fitoplanctónico en un embalse tropical colombiano. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39162/46607>
- Roldán, G y Ramírez, J. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. Segunda Edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín. ISBN, 978-958- 714-144-3. Pág. 79-80.
- Round, F, Crawford, R, Mann, D. 1990. The diatoms, Biology and morphology of the genera, Cambridge University of Cambridge Press, EEUU
- Seeligman, C; Tracanna, B; Martinez de Marco, S; Isasmendi, S. 2001. Algas fitoplanctónicas en la evaluación de sistemas lóticos en el Noroeste Argentino.
- Smayda, T. 1997. Limnology and Oceanography, Part.2: The ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms
- UTE Red biológica del EBRO 2007. Informe final del embalse De Mansilla, Confederación Hidrográfica del EBRO
- Uthermöhl, H. 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik, Mitt, Int, verein, Limnol, 9: 1-38.
- Vargas, L. 2008. Tratamiento de agua para consumo humano, Plantas de Filtración rápida, Manual I Teoría Tomo 1, Organización Panamericana de la Salud, Lima
- Villarubia, T y Riehl, W. 2001. Contribución al conocimiento de las especies de fitoplancton del Embalse de Guri (Venezuela), Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr, Tobías Lasser
- Yucra, H. 2008. Diversidad y distribución algal en los humedales de Ventanilla, Tesis para optar el título profesional de licenciado en biología. Universidad Nacional Federico Villareal, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas
- Zuñiga, R. 1989. Flora Criptogámica de Lima y alrededores, Algas continentales Rev. Per. Biología.

ANEXOS

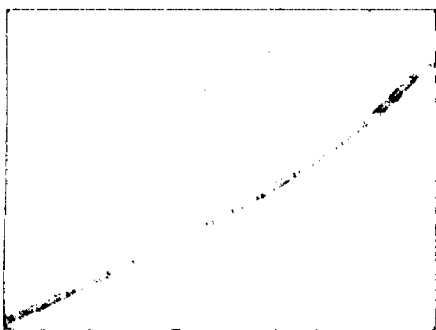
LÁMINA I División Cyanophyta



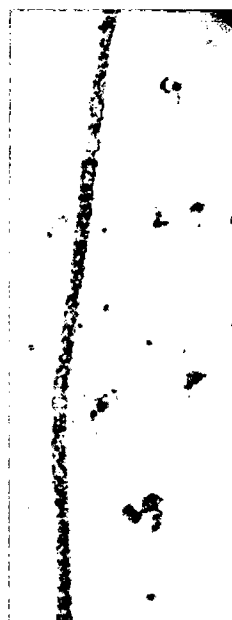
Merismopedia sp (400X)



Pseudanabaena sp. (1000X)

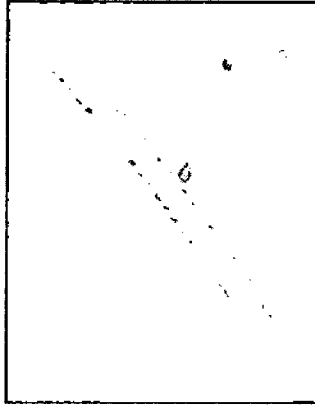


Geitlerinema unigramulatum (400X)

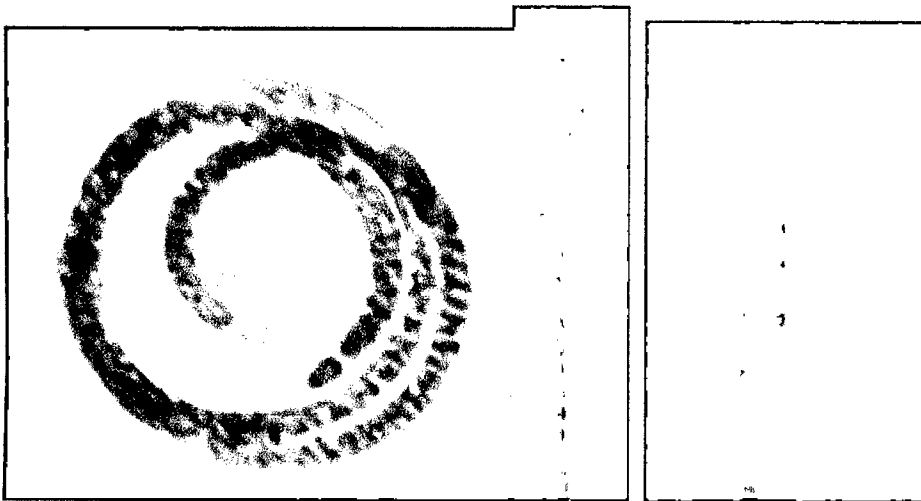


Anabaena sp. (400x)

LÁMINA II

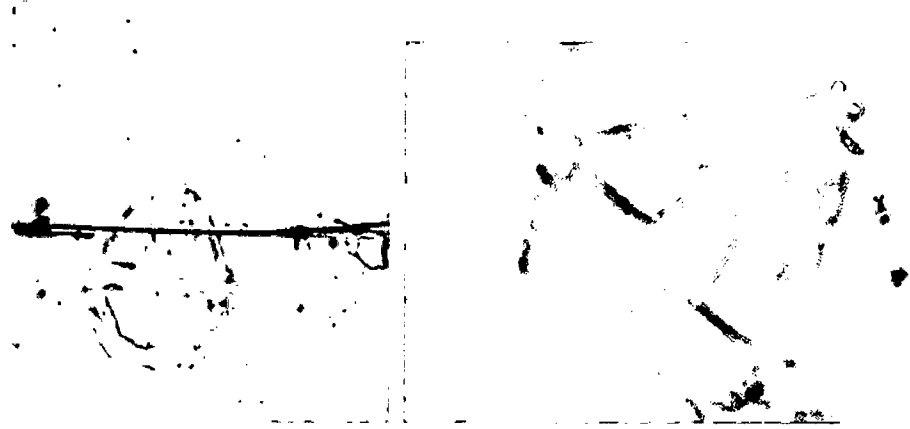


Aphanizomenon sp (400X)

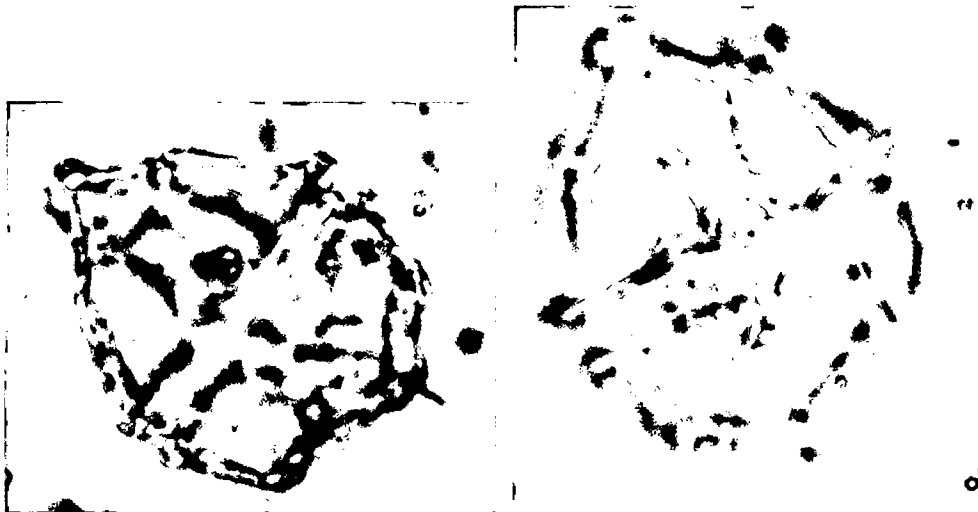


Cylindrospermopsis raciborskii (1000X)

LÁMINA III División Pyrrophyta

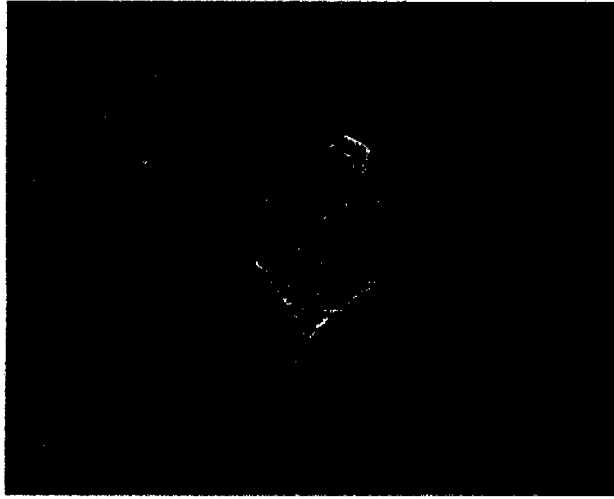


Peridiniopsis cunnigtonii (1000X)



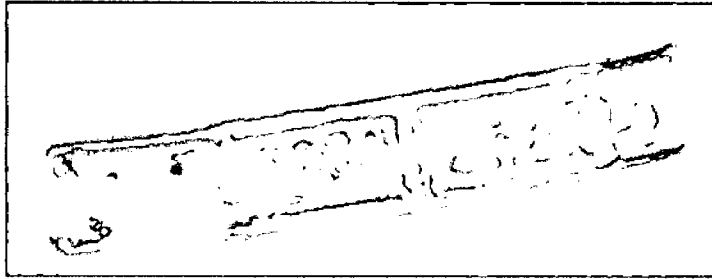
Peridiniopsis elpatiesky (1000X)

LÁMINA IV División Euglenophyta

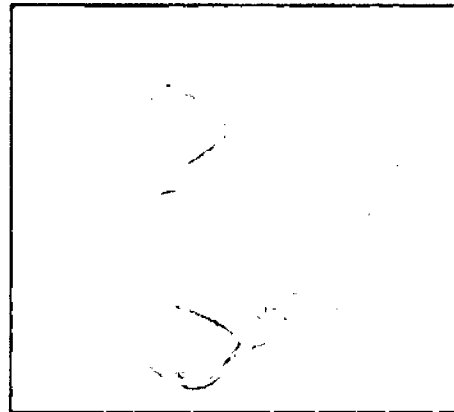
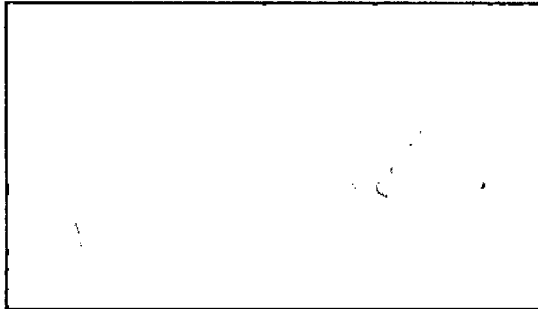


Strombomonas sp (200X)

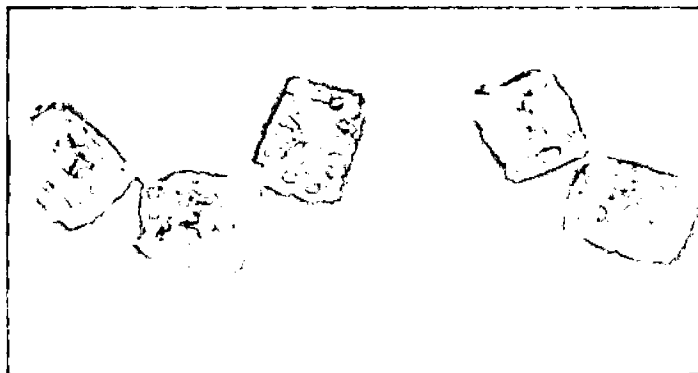
LÁMINA V División Bacillariophyta



Aulacoseira granulata (1000X)

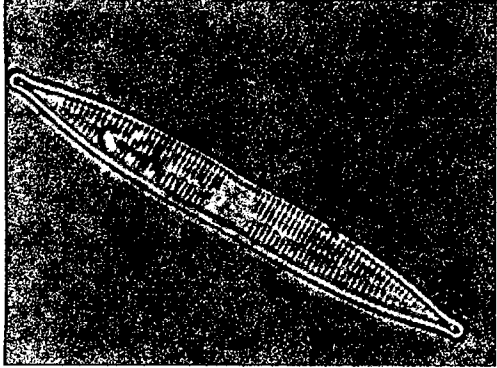


Hydrosera sp (400X)



Pleurosira laevis (200x)

LÁMINA VI

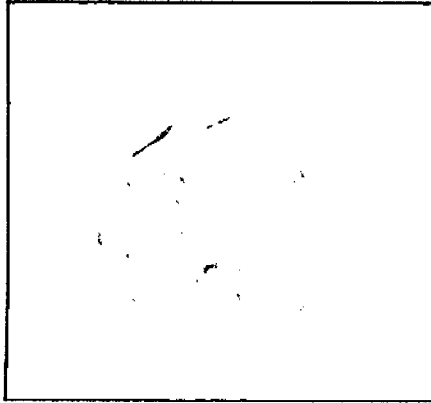


Synedra sp (400X)

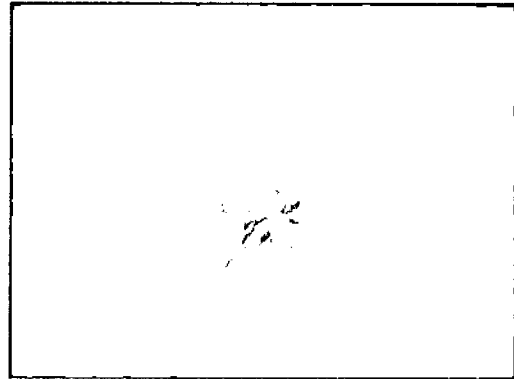


Gomphonema parvulum (200X)

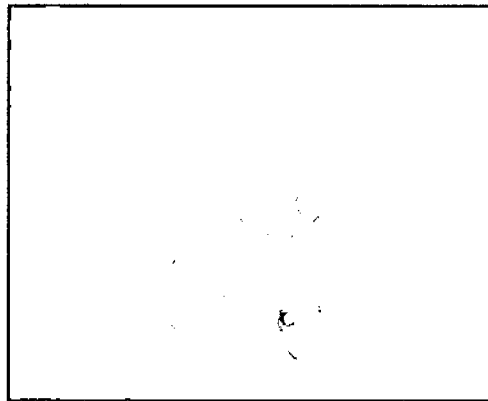
LÁMINA IX División Chlorophyta



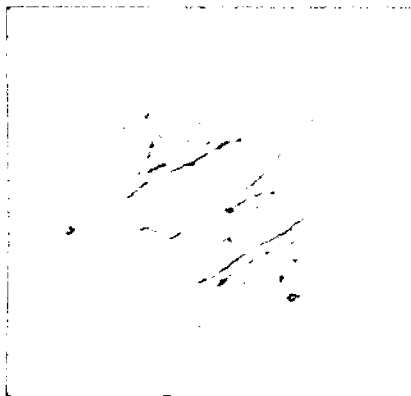
Coelastrum sp (400X)



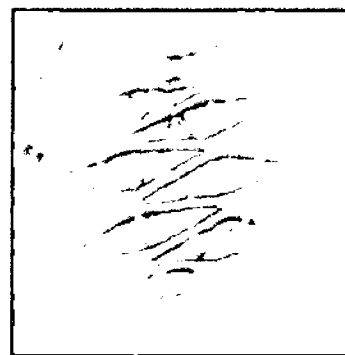
Actinastrum sp. (1000X)



Crucigenia sp. 1 (400X)

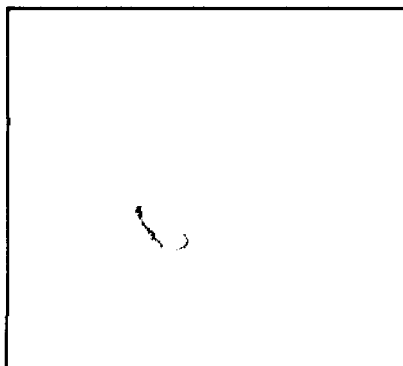


Scenedesmus acuminatus (1000X)

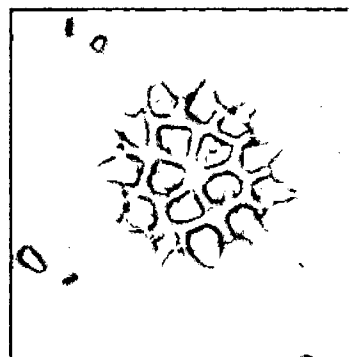


Scenedesmus dimorphus (1000X)

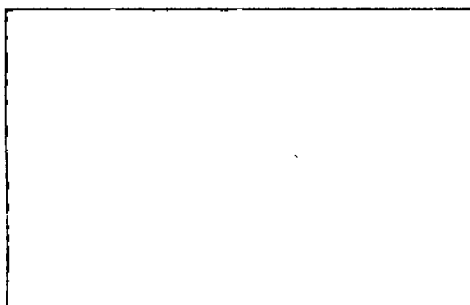
LÁMINA X



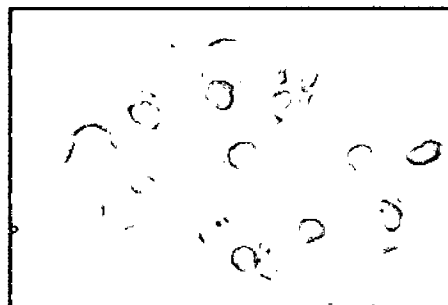
Scenedesmus quadricauda (200X)



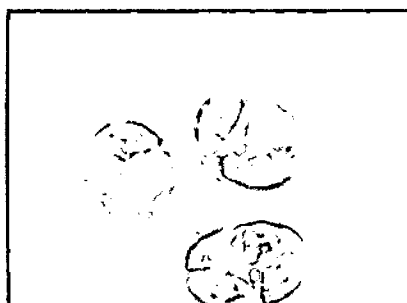
Pediastrum simplex (200X)



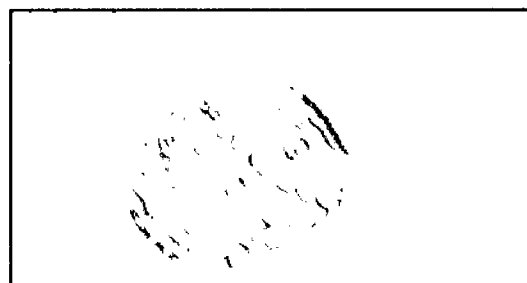
Pediastrum tetras (400X)



Dictyosphaerium sp (1000X)



Oocystis sp (1000X)



Cosmarium sp (400X)

CUADRO 25 Especies de fitoplancton que obtuvieron las mayores densidades en las diferentes estaciones y meses de muestreo

ESTACIONES	MESES	ESPECIES	DENSIDAD
ESTACIÓN 1	DICIEMBRE	<i>Mougeotia</i> sp.	22 703
	ENERO	<i>Peridiniopsis cunningtoni</i>	73 890
	FEBRERO	<i>Pediastrum simplex</i>	3 000
	ABRIL	<i>Pediastrum simplex</i>	7 600
	MAYO	<i>Geitlerinema unigranulatum</i>	21 920
	JUNIO	<i>Aulacoseira granulata</i>	13 600
ESTACIÓN 2	DICIEMBRE	<i>Synedra ulna</i>	6 880
	ENERO	<i>Peridiniopsis cunningtoni</i>	6 560
	FEBRERO	<i>Aulacoseira granulata</i>	7 500
	ABRIL	<i>Geitlerinema unigranulatum</i>	8 480
	MAYO	<i>Synedra</i> sp.	22 240
	JUNIO	<i>Synedra ulna</i>	8 320
ESTACIÓN 3	DICIEMBRE	<i>Synedra ulna</i>	6 400
	ENERO	<i>Pediastrum simplex</i>	6 160
	FEBRERO	<i>Aulacoseira granulata</i>	5 000
	ABRIL	<i>Pediastrum simplex</i>	9 360
	MAYO	<i>Synedra</i> sp.	36 640
	JUNIO	<i>Synedra ulna</i>	4 560
ESTACIÓN 4	DICIEMBRE	<i>Tetraedron minimum</i>	6 160
	ENERO	<i>Peridiniopsis cunningtoni</i>	5 600
	FEBRERO	<i>Aulacoseira granulata</i>	4 500
	ABRIL	<i>Pediastrum simplex</i>	6 880
	MAYO	<i>Synedra</i> sp.	829 938
	JUNIO	<i>Synedra ulna</i>	5 600
ESTACIÓN 5	DICIEMBRE	<i>Synedra ulna</i>	3 120
	ENERO	<i>Pediastrum simplex</i>	3 120
	FEBRERO	<i>Aulacoseira granulata</i>	4 500
	ABRIL	<i>Pediastrum simplex</i>	2 360
	MAYO	<i>Synedra</i> sp.	6 240
	JUNIO	<i>Synedra ulna</i>	5 920
ESTACIÓN 6	DICIEMBRE	<i>Synedra ulna</i>	3 280
	ENERO	<i>Pediastrum simplex</i>	1 600
	FEBRERO	<i>Geitlerinema unigranulatum</i>	20 000
	ABRIL	<i>Cymbella</i> sp.	3 000

	MAYO	<i>Synedra</i> sp.	3 320
	JUNIO	<i>Synedra ulna</i>	4 560
ESTACIÓN 7	DICIEMBRE	<i>Tetraedron minimum</i>	7 360
	ENERO	<i>Aulacoseira granulata</i>	880
	FEBRERO	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	1 000
	ABRIL	<i>Geitlerinema unigranulatum</i>	2 080
	MAYO	<i>Tetraedron minimum</i>	3 120
	JUNIO	<i>Tetraedron minimum</i>	7 760
ESTACIÓN 8	DICIEMBRE	<i>Tetraedron minimum</i>	90 478
	ENERO	<i>Aulacoseira granulata</i>	1 120
	FEBRERO	<i>Staurastrum</i> sp.	1 000
	ABRIL	<i>Synedra</i> sp.	1 720
	MAYO	<i>Achnantidium</i> sp.	573 028
	JUNIO	<i>Tetraedron minimum</i>	6 400

Análisis de Kruskal Wallis para indicar las diferencias en cada parámetro

fisicoquímico, los meses y estaciones de muestreo

p value > 0.05, indica que existen diferencias

Temperatura

Kruskal-Wallis Test: Temperatura versus Mes

Kruskal-Wallis Test on Temperatura

Mes	N	Median	Ave Rank	Z
Abril	8	26.60	25.5	0.22
Diciembre	8	24.35	22.6	-0.41
Enero	8	27.10	37.2	2.81
Febrero	8	27.65	40.0	3.43
Junio	8	23.80	4.6	-4.41
Mayo	8	24.55	17.1	-1.63
Overall	48		24.5	

H = 35.01 DF = 5 P = 0.000

H = 35.07 DF = 5 P = 0.000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test: Temperatura versus Estacion

Kruskal-Wallis Test on Temperatura

Estacion	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	27.15	27.1	0.48
2	6	27.00	26.2	0.31
3	6	26.95	27.9	0.64
4	6	26.90	26.3	0.34
5	6	26.75	23.5	-0.19
6	6	26.60	22.6	-0.36
7	6	26.75	21.5	-0.56
8	6	26.85	20.9	-0.67
Overall	48		24.5	

H = 1.56 DF = 7 P = 0.980

H = 1.56 DF = 7 P = 0.980 (adjusted for ties)

Conductividad (uS/cm)

Probability Plot of Conductividad

Kruskal-Wallis Test: Conductividad versus Estaciones

Kruskal-Wallis Test: Conductividad versus Estacion

Kruskal-Wallis Test on Conductividad

Estacion	N	Median	Ave Rank	Z
E1	6	268.5	21.6	-0.55
E2	6	270.0	21.3	-0.59
E3	6	268.5	20.3	-0.79
E4	6	267.0	19.8	-0.87
E5	6	275.0	29.9	1.01
E6	6	270.5	26.3	0.34
E7	6	270.0	26.1	0.30
E8	6	274.0	30.7	1.15
Overall	48		24.5	

H = 4.03 DF = 7 P = 0.776

H = 4.04 DF = 7 P = 0.775 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test: Conductividad versus Meses

Kruskal-Wallis Test: Conductivvidad versus meses

Kruskal-Wallis Test on Conductividad

meses	N	Median	Ave Rank	Z
1	8	279.5	38.0	2.99
2	8	268.5	19.4	-1.13
3	8	242.5	4.5	-4.43
4	8	273.0	27.3	0.62
5	8	279.0	38.4	3.08
6	8	266.0	19.4	-1.13
Overall	48		24.5	

H = 34.16 DF = 5 P = 0.000

H = 34.25 DF = 5 P = 0.000 (adjusted for ties)

Color (UC)

Kruskal-Wallis Test: Color versus Mes

Kruskal-Wallis Test on Color

Mes	N	Median	Ave Rank	Z
Abril	8	76.00	19.0	-1.22
Diciembre	8	174.00	29.4	1.08
Enero	8	129.00	25.9	0.30
Febrero	8	305.00	38.5	3.10
Junio	8	48.00	13.6	-2.42
Mayo	8	85.50	20.7	-0.84
Overall	48		24.5	

H = 15.76 DF = 5 P = 0.008

H = 15.76 DF = 5 P = 0.008 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test: Color versus Estación

Kruskal-Wallis Test on Color

Estación	N	Median	Ave Rank	Z
E1	6	117.000	30.8	1.18
E2	6	115.000	31.5	1.31
E3	6	121.500	29.8	0.98
E4	6	139.000	31.2	1.25
E5	6	143.000	32.5	1.50
E6	6	82.500	24.4	-0.02
E7	6	17.000	10.9	-2.54
E8	6	7.000	4.9	-3.66
Overall	48		24.5	

H = 24.28 DF = 7 P = 0.001

H = 24.29 DF = 7 P = 0.001 (adjusted for ties)

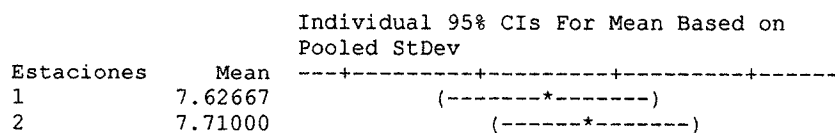
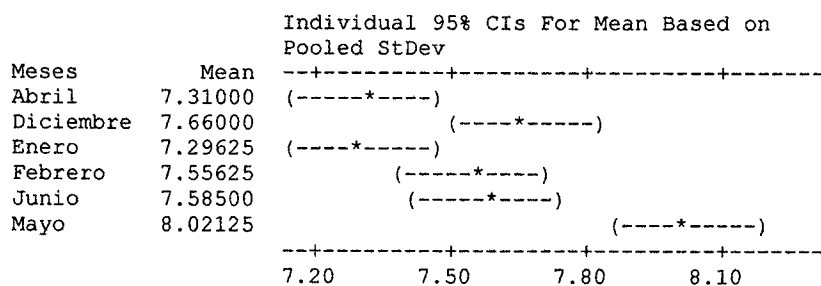
pH

Multi-Vari Chart for pH by Estaciones - Meses

Two-way ANOVA: pH versus Meses, Estaciones

Source	DF	SS	MS	F	P
Meses	5	2.83734	0.567467	10.29	0.000
Estaciones	7	1.17885	0.168407	3.05	0.013
Error	35	1.93021	0.055149		
Total	47	5.94640			

S = 0.2348 R-Sq = 67.54% R-Sq(adj) = 56.41%



Estaciones	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	4.500	28.1	0.67
2	6	3.700	28.2	0.69
3	6	4.690	29.4	0.92
4	6	3.800	29.0	0.84
5	6	1.705	22.0	-0.47
6	6	2.180	22.1	-0.45
7	6	2.280	19.3	-0.97
8	6	2.370	17.9	-1.23
Overall	48		24.5	

H = 4.68 DF = 7 P = 0.699

H = 4.68 DF = 7 P = 0.699 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test: Nitratos (mg/L) versus Meses

Kruskal-Wallis Test on Nitratos (mg/L)

Meses	N	Median	Ave Rank	Z
1	8	1.765	11.9	-2.79
2	8	1.805	13.5	-2.43
3	8	3.180	19.8	-1.05
4	8	6.245	41.4	3.73
5	8	5.850	38.2	3.03
6	8	3.500	22.3	-0.48
Overall	48		24.5	

H = 31.83 DF = 5 P = 0.000

H = 31.86 DF = 5 P = 0.000 (adjusted for ties)

Fosfatos (mg/L)

Kruskal-Wallis Test: Fosfatosmg/L versus Estaciones

Kruskal-Wallis Test on Fosfatosmg/L

Estaciones	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	4.135	33.9	1.76
2	6	4.150	33.2	1.62
3	6	4.225	35.9	2.14
4	6	4.240	36.4	2.23
5	6	2.905	21.0	-0.65
6	6	1.235	13.0	-2.15
7	6	1.190	11.8	-2.37
8	6	1.170	10.8	-2.57
Overall	48		24.5	

H = 28.47 DF = 7 P = 0.000

H = 28.48 DF = 7 P = 0.000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test: Fosfatosmg/L versus Meses

Kruskal-Wallis Test on Fosfatosmg/L

Meses	N	Median	Ave Rank	Z
1	8	3.565	26.5	0.44
2	8	3.665	25.9	0.32
3	8	2.760	23.8	-0.15
4	8	3.995	19.1	-1.19
5	8	4.130	32.1	1.69
6	8	3.515	19.5	-1.11
Overall	48		24.5	

H = 4.84 DF = 5 P = 0.436

H = 4.84 DF = 5 P = 0.436 (adjusted for ties)